

中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

Jc978 U.S. PTO
10/057963
01/29/02

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2001 年 02 月 27 日
Application Date

申請案號：090104621
Application No.

申請人：財團法人工業技術研究院
Applicant(s)

局長
Director General

陳明邦

發文日期：西元 2001 年 3 月 20 日
Issue Date

發文字號：09011004199
Serial No.

申請日期	Feb. 21, 2001
案 號	90104621
類 別	

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	可控制服務品質的即時排程機制
	英 文	
二、發明 創作人	姓 名	唐明中、石維寬、楊文新
	國 籍	中華民國、中華民國、中華民國
	住、居所	新竹縣竹北市嘉興路 384 巷 27 號 5 樓 台北縣樹林市大同里 6 鄰中華路 128 號 5 樓 新竹市寶山路 452 巷 9 弄 40 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	財團法人工業技術研究院
	國 籍	中華民國
	住、居所 (事務所)	新竹縣竹東鎮中興路四段 195 號
	代 表 人 姓 名	林信義

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱： 可控制服務品質的即時排程機制)

一種可控制服務品質的即時排程機制。包括調節單元：用以調節進入線上排程單元之作業數。線上排程單元：用以選擇即時排程方法排定作業之執行時段。評估單元：用以評估排程效果，據以輸出第一參數列至調節單元進行粗調，輸出第二參數列到線上排程單元進行細調。本發明提出盡量替代法、盡量公平法及盡量延遲法三種排程方法，來達到即時排程的目的。

英文發明摘要(發明之名稱：)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

五、發明說明 (|)

【發明領域】

本發明是有關於一種排程的機制，且特別是有關於一種應用於網路傳輸，可控制服務品質並可實現即時排程之機制。

【發明背景】

近數十年來，電腦可算是影響人類的重要發明之一。隨著電腦世代交替的改良之下，電腦已漸漸深入消費者的日常生活中。當僅有一台電腦時，電腦只能用以處理個人之事情；但是，如果將多台電腦連接起來，這些電腦便可用以讓使用者彼此進行溝通與資源分享，這就是所謂的電腦網路。而電腦網路亦漸漸地改變人類許多的生活、交際、與工作的型態。

請參照第 1 圖，其所繪示乃網路傳送系統之示意圖。發送端 102 先將數位資料 101 拆解成一個個封包(packet) 103，這些封包 103 經過發送端 102 的編碼器 104 編碼後，傳送至網路 106 上的路由器(router)108。路由器 108 在接收到網路封包 105 後，可由封包 105 上的資料得知該封包 105 被指定要送到的目的地為何，再指派一傳送路線將封包 105 送到所指定的接收端 112 去。藉由接收端 112 中的解碼器 110 對封包 105 進行解碼的動作，以得到所需要的數位資料 101。

當封包 105 同時從不同的發送端 102 到達路由器 108，要求路由器 108 依照發送端 102 的要求將封包 105

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(乙)

傳送到不同的接收端 112 去時，路由器 108 必須安排封包 105 的傳送順序，並依照排定的順序依序地傳送封包 105。此時，其他還沒有被傳送的封包 105 則暫時儲存在路由器 108 中，等待被傳送。由於網路 106 的頻寬固定，所以只能容許同一時間內處理一定數量的封包 105。如果有太多的封包 105 同時於網路 106 中傳送的話，會導致網路擁塞 (congestion)。當網路擁塞的情形太嚴重，同一時間大量湧入的封包 105 超過路由器 108 所能負擔的數量時，路由器 108 便會丟棄部分傳送至路由器 108 的封包 105 以減輕負擔，如此將使接收端 112 無法完整地接收到由發送端 102 送來的封包 105 而無法執行作業，降低網路 106 對使用者所提供的服務品質 (Quality of Service, QoS)。

請參照第 2A~2B 圖，其所繪示乃一種習用之封包流量控制概念之示意圖。為了維護網路的服務品質，減輕路由器的負端，路由器可藉由一種機制來進行網路流量的控制。請參照第 2A 圖，水龍頭 202 以固定速率將水倒入水桶 204 中。而水桶 204 底部有一小洞，水以固定速率自小洞中漏出。如果水龍頭 202 將水倒入水桶的速率小或等於水桶 204 漏水的速率，則所有自水龍頭 202 流出的水都可以經由水桶 204 從水桶 204 底部的洞口流出。而水自水龍頭 202 流出後停留在水桶 204 中的時間長短則視水自水龍頭 202 流出的速率和水桶 204 漏水的速率之間的關係而定。如果水龍頭 202 的速率大於水桶 204 漏水的速率的話，裝在水桶 204 中等待漏出的水將越來越多。一旦水桶

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (3)

204 裝滿了水，任何後加的水都會溢出流掉，而不會從底部的洞中漏出。

同樣的概念也可應用於網路傳輸服務上，如第 2B 圖所示，每台主機 206 與網路的路由器 208 相連。每個主機 206 以固定速率傳送封包 207 到路由器 208，路由器 208 具有一個有限長度的佇列 (Queue) 210，可暫時儲存一定數目等待被執行的封包 207。如果作業到達路由器 208 時佇列 210 仍有空位，則將此作業的封包 207 排進佇列 210 的空位上，在佇列 210 中等待的封包 207 會以一固定速率被送出佇列 210。如果封包 207 到達佇列 210 時，佇列的所有位置已被先前到達的封包 207 所占滿，則新到的封包 207 將被丟棄。這個調節進入路由器 208 的封包 207 數量的機制被稱為漏水水桶 (leaky bucket) 機制。

請參照第 3 圖，其所繪示係為一種習用之網路封包流量控制機制之示意圖。其為目前被廣泛運用的網路流量控制的方法，其概念類似於漏水水桶機制，稱為記號水桶 (token bucket) 機制。由於網際網路中每個封包被即時地傳出與送達是非常難以完成的，故路由器中所到達的每個封包並大多沒有被賦予到達時間 (arrival time)、處理所需時間 (processing time) 以及處理完成之時限 (deadline)..... 等傳統即時系統中每個進入系統的待處理事項所需具備之性質。為了強調即時性以及解釋本發明案之方便，故將每一個進入系統的待處理事項命名為一個作業 (task)。例如：以網路層 (network layer) 而言，每

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(4)

傳送一個封包可為一即時系統的一個作業。以應用層(application layer)而言，每傳送一個檔案亦可視為一即時系統的一個作業。而以即時作業系統(real-time operating system)而言，一個等待執行之程式模組亦可視為一即時系統的一個作業。

如第3圖所示，記號(token) 302 以一定的速率 ρ 進入水桶 304 中，而水桶 304 有固定的容量，即記號 302 有一最大可存在於水桶 304 中的數量 σ 。當作業到達一有限容量 Q_L 的佇列 306 時，若佇列 306 仍有空間，則作業可被排到佇列 306 中等候；若佇列 306 的空位已滿，則作業將直接被丟棄。在佇列 306 中等候的作業必須要得到水桶 304 流出的記號 302 才能被送入後續系統中作進一步的執行；即記號 302 流出的速度決定了作業進入後續系統的速度。我們可以藉由調節記號 302 產生的速率(token rate) ρ ，記號 302 的數量(token size) σ 及儲存等候作業的佇列 306 容量(queue length) Q_L ，來調節進入系統之作業的流量及流速。

記號水桶機制的精神在於傳統路由器可依照送進路由器的每個封包的重要性來決定該封包被路由器執行的優先順序(priority)。重要性越高的封包因為被路由器置入等候佇列中較優先的位置，故擁有較大的優先權。路由器將用較多的時間來執行該高優先權的封包。反之，路由器分配給較不重要的封包的時間就較少，某些封包甚至整個被丟棄。

五、發明說明 (5)

使用傳統作法會產生下列的問題：首先，傳統作法本質上就是犧牲某些作業的執行時間使其他作業可順利地在期限前被執行完畢。但是網路傳輸的每個封包之間性質差異極大，很難有一致的標準決定何種封包較重要，必須優先被傳輸，何種封包較不重要，必要時可以捨棄不傳。即使訂出標準來，若某些封包不符合重要性較高的標準，所送出的封包經常地被路由器拋棄，則將造成使用者極大的困擾與不便。如此一來會降低使用者所享受到的網路服務品質以及使用網路的便捷性與時效性。

另外，即使一個較重要，需要優先被處理的作業，通常也並非整個作業中的資訊都具有同等的重要性。如果這個作業只有部分的資訊具有較高的重要性，則路由器並不需要讓該作業中所有的資訊都優先被處理，只需要該作業中某些重要的資訊能夠即時地被優先處理即可。若以網路系統中路由器的封包傳輸機制為例，需要被優先處理的作業通常並非整個作業所有的封包都需要優先被傳輸到接收端，接收端才能處理此項作業。其實只需要將部分重要性較高的封包優先傳送到接收端，接收端即可執行此項作業。所以，若將有限的網路資源分配給重要性較高的作業中不重要的部分而因此犧牲了其他的作業，對其他作業來說並不公平。

最後，如果同時利用網路傳輸的作業封包數量太大，則即使使用傳統封包流量管制的方法，仍然會使大部分的封包都被路由器丟棄而無法送到接收端，使得大多數

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(6)

的接收端都不能完整地收到所有網路傳送的資料。如此雖然維護了網路傳輸的效率，卻使所有使用者的作業都無法完成，網路所提供的服務一樣毫無品質及時效性可言。

由上文敘述可知，傳統為解決網路擁塞的問題而提出的記號水桶機制至少具有以下缺點：

- 一. 公平性較差。
- 二. 不具即時性。

【發明目的及概述】

有鑑於此，本發明的目的就是在提供一種可控制服務品質的即時排程機制，目的如下：

- 一. 提高網路資源分配的公平性。
- 二. 可使用於即時系統中，實現線上排程的要求。

為達到上述目的，本發明提出一種可控制服務品質(QoS-controllable)的即時排程機制。此機制可用一調節單元(regulator)，用以將作業納入此即時排程機制內並可調節進入一個線上排程單元之作業的數量。線上排程單元(on-line scheduler)與調節單元耦接，用以選擇適當的即時排程方法將作業排定其應被執行之時間區段，以及一評估單元(evaluator)與調節單元及線上排程單元耦接，用以評估該排程器所得到的排程順序的排程效果，並輸出第一參數列到調節單元以進行粗調(coarse adjustment)，輸出第二參數列到線上排程單元以進行細調(fine adjustment)。此機制並可用一調節程序，調節

五、發明說明(7)

輸入之複數作業進入一個線上排程程序之數量；一線上排程程序，用以選擇適當的即時排程法，將作業排定其應被執行之時間區段；以及一評估程序，評估該排程程序所得到的排程順序的排程效果，並輸出第一參數列到調節程序以進行粗調(coarse adjustment)，輸出第二參數列到線上排程程序以進行細調(fine adjustment)。

本發明可利用非精確計算模式(imprecise computation model)來執行排程，將進入即時排程裝置的作業排入保留串列中，根據線上排程演算法(on-line scheduling algorithm)以決定所有作業的執行順序。所有欲進入即時排程裝置的作業需區分成主要部分(mandatory portion)，亦即作業中必須被執行的部分，及可選擇部分(optional portion)，亦即作業中可部分或全部被拋棄不執行的部分。

此外，本發明提出向前 k 個作業可替代性檢查法(k -task-look-ahead substitutable check)， k 為大於 1 的整數，於保留串列上每個作業的主要部分執行完畢後執行。將複數個作業 T_i 中執行時間為 m_i 之主要部分 M_i 以一模式排入一保留串列中，以令該些主要部分 M_i 在該保留串列上具一起始時間 s_i 與一結束時間 f_i ，且每一該作業 T_i 又具執行時間為 o_i 之可選擇部分 O_i ，其中， i 係依前述起始時間的先後順序排序，接著，對每一該作業 T_i 進行向前 k 個作業可替代性排程檢查，包括以下步驟：a. 依據一作業 T_{i+1} 之主要部分 M_{i+1} 之起始時間 s_{i+1} 、結束時間 f_i 與

五、發明說明(8)

該作業 T_i 之可選擇部分執行時間 o_i ，定義一有效時段 t_i ；
b. 設定 A 值為 1；c. 移動一作業 T_{i+A} 之主要部分 M_{i+A} 在該保留串列上的位置，更新該主要部分 M_{i+A} 之起始時間 s_{i+A} 為一作業 T_{i+A-1} 的主要部分 M_{i+A-1} 之結束時間 f_{i+A-1} ，並對應更新該主要部分 M_{i+A} 之結束時間 f_{i+A} ；d. 依據一作業 T_{i+A-1} 之主要部分 M_{i+A-1} 之起始時間 s_{i+A-1} 、結束時間 f_{i+A-1} 與該作業 T_{i+A} 之可選擇部分執行時間 o_{i+A} ，定義一有效時段 t_{i+A} ；e. 若 A 小於 k ，則將 A 值加 1，並執行步驟 c；f. 在有效時段 $t_{i+1} \sim t_{i+k}$ 中定義一有效時段 r ；及 g. 比較該作業 T_i 之有效時段 t_i 與該有效時段 r 之大小，若該有效時段 t_i 小於該有效時段 r ，則該作業 T_i 之可選擇部分 o_i 具有向前 k 個作業可替代性，若該有效時段 t_i 大於該有效時段 r ，則不具有向前 k 個作業的可替代性。

本發明並提出向前 1 個作業可替代性檢查法 (1-task-look-ahead substitutable check)，包括以下步驟：將複數個作業 T_i 中執行時間為 m_i 之主要部分 M_i 以一模式排入一保留串列中，以令該些主要部分 M_i 在該保留串列上具一起始時間 s_i 與一結束時間 f_i ，且每一該作業 T_i 又具執行時間為 o_i 之可選擇部分 o_i ，其中， i 係依前述起始時間的先後順序排序，接著，對每一該作業 T_i 進行向前 1 個作業可替代性排程檢查，包括下列步驟：a. 依據一作業 T_{i+1} 之主要部分 M_{i+1} 之起始時間 s_{i+1} 、結束時間 f_i 與該作業 T_i 之可選擇部分執行時間 o_i ，定義一有效時段 t_i ；
b. 移動該主要部分 M_{i+1} 在該保留串列上的位置，更新該主

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(9)

要部分 M_{i+1} 之起始時間 s_{i+1} 為主要部分 M_i 之結束時間 f_i ，並對應更新該主要部分 M_{i+1} 之結束時間 f_{i+1} ；c. 依據一作業 T_{i+2} 之主要部分 M_{i+2} 之起始時間 s_{i+2} 、結束時間 f_{i+1} 與該作業 T_{i+1} 之可選擇部分執行時間 o_{i+1} ，定義一有效時段 t_{i+1} ；及 d. 比較該有效時段 t_i 與該有效時段 t_{i+1} 之大小，若有效時段 t_i 小於有效時段 t_{i+1} ，則該作業 T_i 之可選擇部分 O_i 具有向前 1 個作業可替代性，若有效時段 t_i 大於有效時段 t_{i+1} ，則不具有向前 1 個作業的可替代性。

本發明改良自非精確計算模式，並配合向前 k 個作業可替代性檢查法，提出三種即時排程方法，分別為盡量替代法、盡量延遲法、盡量公平法。用於即時排程裝置中，線上排程單元可依據當時進入即時排程裝置的作業數目與網路擁塞的程度，決定適合的排程方法。將此三種排程方法簡述如下：實施盡量替代法時，先依據非精確計算模式安排進入排程的每個作業的主要部分在保留串列上的位置。再開始執行第一個作業，也就是期限最早的作業。若作業已執行完畢或是作業期限已到或是必須開始執行另一個作業時，則將該作業移出線上排程單元。若有新的作業進入排程，則更新保留串列上原來的排程結果，將新的作業加到保留串列中。若作業的主要部分執行完畢，則檢查此作業是否具有向前 k 個作業的可替代性。若有，則將該作業移出線上排程單元，並執行保留串列中下一個需執行的作業。否則則執行該作業的可選擇部分。重複以上步驟，直到線上排程單元中沒有任何作業為止。

五、發明說明(10)

盡量延遲法及盡量公平法與盡量替代法排程方法類似。唯使用盡量延遲法時，若使用向前 k 個作業可替代性檢查檢查出該作業的主要部分具有向前 k 個作業的可替代性時，則由該作業的完成期限以及該作業的主要部分與下一個待處理的作業的主要部分之間的保留時段的差，來決定是否要於保留時段期間執行該作業的可選擇部分。而使用盡量公平法時，若使用向前 k 個作業可替代性檢查檢查出該作業的主要部分具有向前 k 個作業的可替代性，則先計算該正在執行之作業的主要部分與下一個待處理的作業的主要部分之間的保留時段長度再將保留時段平均分配給該正在執行的作業及下一個主要部分群組的作業，使得該正在執行的作業及下一個主要部分群組的作業都有相同長度的時間來執行其可選擇部分。

為讓本發明之上述目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉一較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

【圖式之簡單說明】

第 1 圖繪示網路傳送系統之示意圖

第 2A 圖繪示封包流量控制概念之示意圖

第 2B 圖繪示封包流量控制概念之示意圖

第 3 圖繪示傳統網路封包流量控制機制之示意圖

第 4 圖繪示本發明之一較佳實施例之示意圖

第 5A 圖繪示以非精確計算模式決定作業在保留串列的位

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

五、發明說明 (11)

置之示意圖

第 5B 圖繪示以非精確計算模式決定作業在保留串列的位置之示意圖

第 6A 圖繪示保留串列上的作業執行向前 k 個作業可替代性檢查法的示意圖

第 6B 圖繪示保留串列上的作業執行向前 k 個作業可替代性檢查法的示意圖

第 7A 圖繪示保留串列上的作業執行向前 k 個作業可替代性檢查法的示意圖

第 7B 圖繪示保留串列上的作業執行向前 k 個作業可替代性檢查法的示意圖

第 7C 圖繪示保留串列上的作業執行向前 k 個作業可替代性檢查法的示意圖

第 7D 圖繪示保留串列上的作業執行向前 k 個作業可替代性檢查法的示意圖

第 8A 圖繪示保留串列上的作業執行向前 k 個 (k 大於 1) 作業可替代性檢查法的示意圖

第 8B 圖繪示保留串列上的作業執行向前 k 個 (k 大於 1) 作業可替代性檢查法的示意圖

第 8C 圖繪示保留串列上的作業執行向前 k 個 (k 大於 1) 作業可替代性檢查法的示意圖

第 8D 圖繪示保留串列上的作業執行向前 k 個 (k 大於 1) 作業可替代性檢查法的示意圖

第 9A 圖繪示使用盡量延遲法，當主要部分具有向前 k 個

五、發明說明 (12)

作業可替代性時的處理方式之示意圖

第 9B 圖繪示使用盡量延遲法，當主要部分具有向前 k 個作業可替代性時的處理方式之示意圖

第 10A 圖繪示使用盡量公平法，當主要部分具有向前 k 個作業可替代性時的處理方式之示意圖

第 10B 圖繪示使用盡量公平法，當主要部分具有向前 k 個作業可替代性時的處理方式之示意圖

第 11A 圖繪示使用盡量公平法，當主要部分具有向前 k 個作業可替代性時的處理方式之示意圖

第 11B 圖繪示使用盡量公平法，當主要部分具有向前 k 個作業可替代性時的處理方式之示意圖

第 12A 圖繪示線上排程單元以盡量替代法將作業排入保留串列所得排程結果之示意圖。

第 12B 圖繪示線上排程單元以盡量延遲法將作業排入保留串列所得排程結果之示意圖。

第 12C 圖繪示線上排程單元以盡量公平法將作業排入保留串列所得排程結果之示意圖。

【圖式標號說明】

101：數位資料

102：發送端

103、105、207：封包

104：編碼器

106：網路

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(13)

108、208：路由器

110：解碼器

112：接收端

202：水龍頭

204、304：水桶

206：主機

210、306：佇列

302：記號

400：即時排程機制

402：調節單元

404：線上排程單元

406：保留串列

408：評估單元

502、504、506、508、510、512、514、516、804、806：
時間區段

602、604、802、902：保留時段

904：主要部分群組

【較佳實施例】

本發明的精神在於提出一種即時排程機制。所有欲進入即時排程機制的作業被分成主要部分(mandatory portion)，亦即作業中必須被執行的部分，及可選擇部分(optional portion)，亦即作業中可部分或全部被拋棄不執行的部分。此種區分為本發明的特徵之一。本發明的另

五、發明說明 (14)

一個特徵為本發明所提出之即時排程機制同時具有粗、細調之設計。而且本發明所提出之即時排程機制係藉由控制每個作業的可選擇部分被執行的多寡，來達到排程之公平性與即時性。

請參照第 4 圖，其所繪示乃本發明之可控制服務品質的即時排程機制，所有欲進入即時排程機制 400 的作業 (task) 被分成主要部分，亦即作業中必須被執行的部分，及可選擇部分，亦即作業中可部分或全部被拋棄不執行的部分。即時排程機制 400 包括：

調節單元(regulator)402：用以調節輸入之複數個作業可進入線上排程單元之作業的數量。

線上排程單元(on-line scheduler)404：用以選擇一即時排程法，並依據該即時排程法將該些作業排入一保留串列(reservation list)406 中，以排定該些作業應被執行之時間區段。其中，線上排程單元係與調節單元 402 耦接。

評估單元(evaluator)408：用以評估該排程器 404 之效果，並將第一參數列 α 饋入調節單元 402 以進行粗調(coarse adjustment)，及將第二參數列 β 饋入線上排程單元 404 以進行細調(fine adjustment)。其中，評估單元係與調節單元 402 及線上排程單元 404 耦接。

需注意的是，即時排程機制 400 中之調節單元 402、線上排程單元 404 以及評估單元 408 之設計可以用建構硬體裝置的方式來實施，亦可以用設計軟體程序的方式來實

五、發明說明(15)

施。

進入即時排程機制 400 的作業先進入調節單元 402，調節單元 402 可調節進入線上排程單元 404 之作業數量。其中，調節的機制可利用第 3 圖說明的記號水桶機制(token bucket mechanism)來達成，藉以限制作業進入線上排程單元 404 的速度與數量，使得後續線上排程單元 404 進行排程的結果能夠符合所有進入線上排程單元 404 的作業的主要部分都能在完成期限前被執行完畢，而且每個作業的可選擇部分都能盡量被執行的要求，同時也可達到線上即時排程的效果。此外，調節單元 402 可接收評估單元 408 所饋入的第一參數列 α ，依據第一參數列 α 的參數值，對記號水桶機制裡記號生成速度 ρ 、記號個數 σ 及佇列容量 Q_L 進行粗調。

作業經過調節單元 402 的記號水桶機制調節之後就進入線上排程單元 404，線上排程單元 404 與調節單元 402 耦接，可依照當時即時排程裝置的狀況來選擇適當的即時排程法將所有的作業排入保留串列 406 中，作業便依照保留串列 406 排定的順序依序被執行。

為了提高網路資源分配的公平性，在一定的服務品質之下使更多作業重要的部分都能順利地被執行。並且配合網路即時傳輸的特性，實現線上排程的要求，線上排程單元 404 利用非精確計算模型(imprecise computation model)來進行排程。每當有新的作業進入排程時，線上排程單元 404 就為每個作業的主要部分保留一段執行時

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (16)

間，亦即在保留串列 406 中保留一個位置。決定每個作業的主要部分在保留串列 406 的位置的方式是：考慮每個作業的完成期限 (deadline)，由完成期限最晚的作業開始，以從每個作業的完成期限往前排的方式，將每個作業的主要部分排入保留串列 406 中。在排入各個作業的主要部分之後，其餘未安排工作的時間區間即可安排執行各個作業的可選擇部分。如果在線上排程單元處理排程的過程中，有新的作業進入線上排程單元 404，則可隨時更新每個作業的主要部分在保留串列 406 上所安排的執行時間，將新的作業插入保留串列 406 中。

請參照第 5A~5B 圖，其所繪示乃依照非精確計算模式決定作業在保留串列的位置之示意圖。請參照表一，每個作業都分成主要部分 M 與可選擇部分 O，而執行每個作業的主要部分 M 需花 m 個單位時間，執行每個作業的可選擇部分 O 則需花 o 個單位時間。每個作業都有一到達時間 (arrival time) a，代表它在第 u 個單位時間到達線上排程單元 404；還有一完成期限 d，每個作業必須在完成期限 d 之前被移出線上排程單元 404。

	a	d	m	o
T ₁	0	14	3	4
T ₂	0	8	2	3
T ₃	0	9	2	4
T ₄	2	10	2	3

五、發明說明 (17)

T ₅	2	6	2	4
----------------	---	---	---	---

表一

在圖示中，保留串列 406 上方的數字代表線上排程單元 404 安排此作業被執行的時間。例如：在第 5A 圖中，線上排程單元 404 安排於單位時間 5~單位時間 7 時執行作業 T₂之主要部分 M₂，於單位時間 11~單位時間 14 時執行作業 T₁之主要部分 M₁。如第 5A 圖所示，在單位時間 0 時，有三個作業 T₁~T₃ 進入線上排程單元 404，此時線上排程單元 404 即根據由完成期限最晚的作業開始排起，由完成期限往前排的方式，依序將作業 T₁、T₃ 以及 T₂ 的主要部分排入保留串列 406 中。首先將作業 T₁之主要部分 M₁ 排入保留串列 406 中單位時間 11~單位時間 14 的時間區段 502 的位置。表示作業 T₁之主要部分 M₁ 的執行時間為第 11~第 14 個單位時間。以此類推，再將作業 T₃之主要部分 M₃ 排入保留串列 406 中單位時間 7~單位時間 9 的時間區段 504 的位置。而在排入作業 T₂之主要部分 M₂ 時，由於作業 T₂的完成期限單位時間 8 已經排入作業 T₃之主要部分 M₃，無法再排入作業 T₂之主要部分 M₂，故將原來應該排入主要部分 M₂ 的位置往前移動至單位時間 5~單位時間 7 的時間區段 506 的位置。

如第 5B 圖所示，在單位時間 0~單位時間 2 之間，保留串列 406 並沒有在這段時間安排作業。為了提高線上排程單元 404 執行作業的效率，將閒置的時間作有效的利

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

五、發明說明(18)

用，線上排程單元 404 會提前執行在保留串列 406 中執行時間最早的主要部分，即將主要部分 M_2 的執行時間由單位時間 5~單位時間 7 的時間區段 506 提前至保留串列 406 中單位時間 0~單位時間 2 的時間區段 508(請參考第 5B 圖)來執行主要部分 M_2 。因此，單位時間 2 時，主要部分 M_2 已執行完畢。在圖示裡，以虛線表示保留串列 206 上已執行完畢的部分，如第 5B 圖中的主要部分 M_2 。

請參考第 5B 圖，因為在單位時間 2 時，有新的作業 T_4 ~ T_5 進入線上排程單元 404，則線上排程單元 404 更新每個作業的主要部分安排在保留串列 406 上的執行時間。主要部分 M_1 不需要更新，仍然在單位時間 11~單位時間 14 的時間區段 510 的位置。接著，依照前文所提之方式，將作業 T_4 的主要部分 M_4 排入保留串列 406 中單位時間 10~單位時間 8 的時間區段 512 的位置，並且將主要部分 M_3 的執行時間由單位時間 7~單位時間 9 的時間區段 504 前移至單位時間 6~單位時間 8 的時間區段 514，以避免與主要部分 M_4 的時間區段 512 重疊。最後，將作業 T_5 的主要部分 M_5 排入保留串列 406 中單位時間 4~單位時間 6 的時間區段 516 的位置。即完成更新每個作業的主要部分在保留串列 406 上的執行時間，並且將新的作業排入保留串列 406 的動作。

依據非精確計算模式將每個進入線上排程單元 404 的作業盡量排入保留串列 406 中，可使得每個被排入的作業的主要部分都會在該作業的完成期限前被執行完畢，而

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(19)

且每個作業的可選擇部分都會盡量被執行。此外，由於可隨時將進入線上排程單元 404 的作業排入保留串列 406 中，故也符合網路傳輸對即時性的要求。

此外，本發明提出向前 k 個作業可替代性檢查法 (k -task-look-ahead substitutable check)，配合非精確計算模型，用以決定所有進入線上排程單元 404 的作業在保留串列 406 中最適當的執行時間。使得排程結果在符合所有被保留之作業的主要部分在完成期限之前都已被執行完畢，而所有作業的可選擇部分都盡量被執行的條件下，能夠達到更佳的可排程性及更好的服務品質。

請參照第 6A~6B 圖，其所繪示乃保留串列上的作業執行向前 k 個作業可替代性檢查法的示意圖。向前 k 個作業可替代性檢查法用於當作業的主要部分執行完畢之後，檢查該作業之可選擇部分是否具有向前 k 個作業可替代性，以決定是否執行該作業的可選擇部分。請參照第 6A 圖，當作業 T_i 的主要部分 M_i 執行完畢時，檢查此主要部分 M_i 與下一個待執行的主要部分 M_{i+1} 之間的保留時段 602 的長度，由第 6A 圖可知保留時段 602 有 3 個單位時間長，參考表二所列執行作業 T_i 與作業 T_{i+1} 的主要部分與可選擇部分所需的時間可知，執行作業 T_i 的可選擇部分 O_i 需要 4 個單位時間，如果要在時段區間 602 執行可選擇部分 O_i 的話，只能夠有 3 個單位時間來執行可選擇部分 O_i ，而未被執行的可選擇部分 O_i 則不會被執行。故如果要在時段區間 602 執行可選擇部分 O_i 的話，可執行的有效時段 t_i 長

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(20)

度為 3 個單位時間長。

	a	m	o
T_i	0	2	4
T_{i+1}	0	3	5

表二

如果將下一個待執行的主要部分 M_{i+1} 移至主要部分 M_i 之後，即在主要部分 M_i 執行完畢後不執行此作業 T_i 的可選擇部分 O_i 而直接執行下一個待執行的作業 M_{i+1} 的話，當此主要部分 M_{i+1} 執行完畢時，主要部分 M_{i+1} 與下一個待執行的主要部分 M_{i+2} 之間的保留時段 604 的長度為 6 個單位長。此保留時段 604 可用來執行作業 T_{i+1} 的可選擇部分 O_{i+1} ，但是由表二可知，執行可選擇部分 O_{i+1} 只需要 5 個單位時間，故如果要在時段區間 604 執行可選擇部分 O_{i+1} 的話，可執行的有效時段 t_{i+1} 長度為 5 個單位時間長。

比較此兩個有效時段 t_i 與 t_{i+1} 的長度，由於有效時段 t_i (3 個單位時間長) 小於有效時段 t_{i+1} (5 個單位時間長)，表示可選擇部分 O_i 具有向前 1 個作業的可替代性。如果有效時段 t_i 大於有效時段 t_{i+1} ，則表示可選擇部分 O_i 不具有向前 1 個作業的可替代性。

需注意的是，判斷某個可選擇部分 O_i 是否具有向前 k 個作業的可替代性時，並不能只考慮主要部分 M_i 與下一個待執行的主要部分 M_{i+1} 之間的保留時段與將下一個待執

五、發明說明(2)

行的主要部分 M_{i+1} 移至主要部分 M_i 後，主要部分 M_{i+1} 與下一個待執行的主要部分 M_{i+2} 之間的保留時段的時間長短，也就是不能只比較第 6 圖中時間區段 602 與 604 的大小，還必須分別考慮在時間區段 602 與 604 執行可選擇部分 O_i 與 O_{i+1} 所需的執行時間的長短。若執行作業 T_i 與作業 T_{i+1} 的主要部分與可選擇部分所需的時間如表三所示，此時雖然時間區段 604 有 6 個單位時間，但由於作業 T_{i+1} 的可選擇部分 O_{i+1} 的執行時間只需 2 個單位時間，故有效時段只有 2 個單位時間長。此時有效時段 t_i 大於有效時段 t_{i+1} ，表示可選擇部分 O_i 不具有向前 1 個作業可替代性。

	a	m	o
T_i	0	2	4
T_{i+1}	0	3	2

表三

此外，在進行向前 k 個作業可替代性檢查時，我們可以調整 k 值的大小來決定該可選擇部分是否具有向前 k 個作業的可替代性。請參照第 7A~7D 圖，其所繪示乃保留串列上的作業執行向前 k 個作業可替代性檢查法的示意圖。作業 $T_1 \sim T_4$ 的主要部分與可選擇部分所需的時間如表四所示，依非精確計算模式將主要部分 $M_1 \sim M_4$ 排入保留串列 406 的結果如第 7A 圖所示。當在第 4 個單位時間時，主要部分 M_1 已執行完畢，往前 k 個作業可替代性檢查的結

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (22)

果如第 7B~7D 圖所示。請參照第 7B 圖，若不將下一個待執行的主要部分 M_2 移至主要部分 M_1 後，所得之有效時段 t_1 為 2 單位時間長。請參照第 7C 圖，若將下一個待執行的主要部分 M_2 移至主要部分 M_1 後，所得之有效時段 t_2 是 1 單位時間長(因為 o_2 為 1)。請參照第 7D 圖，若將下一個待執行的主要部分 M_2 移至主要部分 M_1 後，且將下下一個待執行的主要部分 M_3 移至主要部分 M_2 後，則所得之有效時段 t_3 有 3 個單位時間長。由前文所述往前 k 個作業可替代性檢查的精神可知，則可選擇部分 O_1 不具有往前 1 個作業的可替代性，但具有往前 2 個作業的可替代性。換言之，當在第 4 個單位時間執行向前 k 個作業檢查時，如果設定 k 值為 1，由於可選擇部分 O_1 不具有往前 1 個作業的可替代性，則安排在保留串列的第 4~第 6 個單位時間內執行可選擇部分 O_1 。也就是可選擇部分 O_1 未被替代掉。然後，再執行主要部分 M_2 。如果設定 k 值為 2，由於可選擇部分 O_1 具有往前 2 個作業的可替代性，則可將下一個待執行的主要部分 M_2 移至主要部分 M_1 後的第 4~第 6 個單位時間內執行(也就是可將可選擇部分 O_1 給替代掉)。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (23)

	a	d	m	o
T ₁	2	6	2	3
T ₂	2	8	2	1
T ₃	2	9	1	4
T ₄	2	11	1	2

表四

請參照第 8A~8D 圖，其所繪示乃保留串列上的作業執行向前 k 個(k 大於 1)作業可替代性檢查法的示意圖。作業 T₁~T₄ 的主要部分與可選擇部分所需的時間如表五所示，依非精確計算模式將主要部分 M₁~M₄ 排入保留串列 406 的結果如第 8A 圖所示。當在第 4 個單位時間時，主要部分 M₁ 已執行完畢，在預設 k 值等於 2，進行往前 2 個作業可替代性檢查的結果如第 8B~8D 圖所示。請參照第 8B 圖，若不將下一個待執行的主要部分 M₂ 移至主要部分 M₁ 後，所得之有效時段 t₁ 為 1 單位時間長(因為 o₁ 為 1)。請參照第 8C 圖，若將下一個待執行的主要部分 M₂ 移至主要部分 M₁ 後，所得之有效時段 t₂ 是 2 單位時間長。請參照第 8D 圖，若將下一個待執行的主要部分 M₂ 移至主要部分 M₁ 後，且將下下一個待執行的主要部分 M₃ 移至主要部分 M₂ 後，則所得之有效時段 t₃ 有 3 個單位時間長。比較三個有效時段 t₁、t₂ 以及 t₃ 之後可知，可選擇部分 O₁ 同時具有往前 1 個作業的可替代性以及往前 2 個作業的可替代性。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

五、發明說明 (24)

	a	d	m	o
T ₁	2	6	2	1
T ₂	2	8	2	3
T ₃	2	9	1	4
T ₄	2	11	1	2

表五

在進行往前 k 個作業 (k 大於 1) 可替代性檢查時，除了如上文所述的方法之外，另一種方法是，請同時參照第 8B 圖及第 8C 圖，當檢查結果發現將主要部分 M_2 移至主要部分 M_1 後，如第 8C 圖所示，得到的有效時段 t_2 的時段長度 (2 單位時間長) 大於不把主要部分 M_2 移至主要部分 M_1 後，如第 8B 圖所示，所得之有效時段 t_1 的時段長度 (1 單位時間長) 時，也就是當檢查結果發現可選擇部分 O_1 具有往前 1 個作業的可替代性時，即將主要部分 M_2 移至主要部分 M_1 之後執行。此時，不需要再檢查將主要部分 M_2 移至主要部分 M_1 後，且將主要部分 M_3 移至主要部分 M_2 後所得之有效時段 t_3 的時段長度。換言之，當保留串列上任一主要部分 M_i 執行完畢，進行往前 k 個 (k 大於 1) 作業的可替代性檢查，一發現可選擇部分 O_i 具有往前 m 個作業的可替代性時，其中， m 小於 k ，就可直接宣告該可選擇部分 O_i 具有往前 k 個作業的可替代性，而不需一定要再繼續作往前 k 個作業的可替代性檢查。如此，可節省

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

五、發明說明 (25)

執行往前 k 個作業的可替代性檢查的檢查時間，提高時效性。

簡言之，向前 k 個作業可替代性的精神在於將保留串列 406 上的時間區段分配給可執行最多可選擇部分的作業以供其執行可選擇部分。如此才能將被線上排程單元 404 拋棄而沒有被執行的可選擇部分的數量減少到最低，以滿足作業的可選擇部分盡量被執行的要求。此外，當進行往前 k 個作業可替代性檢查時，設定的 k 值越大，該作業的可選擇部分越有可能具有向前 k 個作業的可替代性，即保留串列 406 上其他待執行的主要部分越有可能將執行時間前移而提早被執行，時間區段將分配給之後的作業供其執行可選擇部分。如此一來，在後續的執行時間中，如果有新的作業進入此即時排程裝置 400 的話，此作業進入線上排程單元 404 排入保留串列 406 的可能性越大，亦即此即時排程裝置 400 的可排程性(schedulability)更佳。故即時排程裝置 400 可排程性的大小與參數 k 值的大小有關， k 值越大將使得可選擇部分被替代的機會增加，可排程性會更好。換言之，即時排程裝置 400 的可排程性可藉由對 k 參數的設定來作調整。

因此，往前 k 個作業的可替代性最重要的兩個特性是：一.使作業的可選擇部分盡量的被執行。二.提高即時排程裝置 400 的可排程性。

本發明改良非精確計算模型並配合向前 k 個作業可替代性檢查法，提出三個可用於線上排程單元 404 的排程

五、發明說明 (26)

方法。分別為盡量替代法 (execute the Mandatory as soon as possible, and the Optional portion will be Substituted as much as possible, MOS)、盡量延遲法 (execute the Mandatory as soon as possible, and the substitutable Optional portions will be Postponed, MOP) 及盡量公平法 (execute the Mandatory as soon as possible, and make the Optional portions Fair, MOF)，分述如下：

1. 盡量替代法

首先，依非精確計算模式安排進入線上排程單元 404 的之作業的主要部分在保留串列 406 的位置，亦即安排在線上排程單元 404 中的作業的執行時間。接著，開始執行安排在保留串列 406 上第一個主要部分，根據非精確計算模式，該作業即是在保留串列上的所有作業中完成期限最早的作業。在執行此作業的主要部分時，需檢查是否已到此作業的完成期限，或是根據保留串列 406 來決定是否必須開始執行另一個作業，若這兩個檢查中有任一項為是，則將此作業自保留串列 406 中移除並移出線上排程單元 404，之後開始執行保留串列 406 中下一個待執行的作業。若這兩個檢查結果皆否，則繼續執行此主要部分，直到此主要部分被執行完畢。當此正在被執行的作業之主要部分執行完畢時，則進行向前 k 個作業的可替代性檢查以檢查該作業之可選擇部分是否具有向前 k 個作業的可替代性。若有，則將此作業自保留串列 406 中移除並移出線上排程

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (27)

單元 404，開始執行保留串列 406 中下一個待執行的作業。若該作業之可選擇部分不具有向前 k 個作業的可替代性，則繼續執行該作業的可選擇部分。在執行可選擇部分的過程中，必須於每個單位時間時檢查此作業是否已被執行完畢，是否已到此作業的完成期限，以及根據保留串列 406 是否必須開始執行另一個作業，若這三個檢查中結果中有任一項為是，則將此作業自保留串列 406 中移除並將之移出線上排程單元 404，開始執行保留串列 406 所安排下一個待執行的作業，若這三個檢查結果皆為否的話，則繼續執行該作業的可選擇部分，直到這三個檢查中任一項結果為是為止。需注意的是，在線上排程單元 404 執行上述步驟的過程當中，隨時都會有新的作業進入線上排程單元 404 欲進入保留串列 406 裡，每當有一新作業要進入保留串列 406，則線上排程單元 404 將依據非精確計算模式將此新作業安排進入保留串列 406 中，並更新其他在保留串列 406 之作業的主要部分在保留串列 406 的位置，亦即重新安排所有作業的執行時間。線上排程單元 404 會重複以上的執行步驟，決定每個作業被執行的部分以及每個作業被執行的順序，直到線上排程單元 404 中沒有任何作業為止。

盡量替代法的策略是將所有作業的主要部分盡量優先執行，保留盡量多的時間給後來新加入的作業，以保持最佳的可排程性。故盡量替代法適用於網路擁塞情況嚴重，在該時段有多個作業都欲進入此即時排程裝置 400 的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (28)

情況。但如果線上排程單元 404 使用盡量替代法時沒有新的作業進入線上排程單元 404，則將保留串列 406 上之作業的主要部分提早執行的結果，將在後來保留時間很長的時段區間給執行時間較晚的作業以供其執行可選擇部分。因此，將使得越早被執行的作業其可選擇部分越容易被替代，而越晚被執行的作業其可選擇部分有越大的機會被執行。對執行時間較早的作業而言，特別是對該作業之可選擇部分，盡量替代法的公平性不佳。簡言之，對線上排程單元 404 而言，使用盡量替代法可獲得極佳的可排程性，但卻也因此而減低了排程的公平性。

2. 盡量延遲法

請參照第 9A~9B 圖，其所繪示乃盡量延遲法於主要部分具有向前 k 個作業可替代性時的處理方式之示意圖。盡量延遲法的排程方式大部分跟盡量替代法相似，不同之處在於：當使用向前 k 個作業的可替代性檢查法，由檢查結果得知正在被執行的作業 T_i 之可選擇部分 O_i 具有向前 k 個作業的可替代性時，則依下列步驟進行：如第 9A 圖所示，當主要部分 M_i 被執行完畢時，首先由保留串列 406 上，下一個待處理的作業 T_{i+1} 之主要部分 M_{i+1} 與主要部分 M_i 之間尚未排入作業的時間區段 802 的長度，來決定保留時段 g_i 802 的時間長度。如第 9B 圖所示，接著，由此作業 T_i 的完成期限 d_i 減去此保留時段 g_i 802 的時間長，得到一插入時間 $(d_i - g_i)$ 。如果此插入時間 $(d_i - g_i)$ 落在此作業 T_i 的主要部分 M_i 執行完畢的時間與此作業 T_i 的完成期限 d_i

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(29)

之間，則於時間區段 804 時先執行保留串列 406 中下一步待執行的主要部分 M_{i+1} ，之後再於時間區段 806 執行作業 T_i 之可選擇部分 O_i 。其中，時間區段 804 的時間由之前決定的插入時間 $(d_i - g_i)$ 與主要部分 M_i 執行完畢時的執行時間之差來決定，而時間區段 806 的時間由此作業 T_i 的完成期限 d_i 與之前決定的插入時間 $(d_i - g_i)$ 之差來決定。在執行可選擇部分的過程中，盡量延遲法與盡量替代法相同，都必須於每個單位時間時檢查此作業是否已被執行完畢，是否已到此作業的完成期限 d_i ，以及根據保留串列 406 是否必須開始執行另一個作業，若這三個檢查中結果中有任一項為是，則將此作業 T_i 自保留串列 406 中移除並將之移出線上排程單元 404，繼續執行之前尚未執行完畢之作業 T_{i+1} 的主要部分 M_{i+1} 。若這三個檢查結果皆為否的話，則繼續執行該作業的可選擇部分，直到這三個檢查中任一項結果為是為止。而當插入時間 $(d_i - g_i)$ 不落在執行此作業 T_i 的主要部分 M_i 的結束時間與此作業 T_i 的完成期限 d_i 之間時，則將此作業 T_i 自保留串列 406 中移除並將之移出線上排程單元 404，並開始執行保留串列 406 所安排下一個待執行作業的主要部分。

盡量延遲法的精神在於將具有向前 k 個作業的可替代性的作業的可選擇部分延遲 (postpone) 到之後的時段區間才執行，並不是像盡量替代法立即將之移出線上排程單元 404。如此，可提高作業執行的公平性，而且也可藉由設定向前 k 個作業的可替代性檢查中的參數 k 值的大小

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(30)

來決定排程系統的的可排程性。

3. 盡量公平法

盡量公平法的排程方式大部分跟盡量替代法相似。不同之處在於：使用盡量公平法排程方法時，若使用向前 k 個作業可替代性檢查檢查出該作業的可選擇部分具有向前 k 個作業的可替代性時，則先計算保留串列中下一個待執行的主要部分群組的主要部分的個數，再將所得的主要部分群組中主要部分的個數加一，得到區段分隔數，同時也計算該作業的主要部分與下一個待處理的作業的主要部分之間的保留時段長度，將所得的保留時段除以區段分隔數得到可選擇作業執行時間，也就是將保留時段的時間長度平均分配給該作業及下一個主要部分群組的作業，使得每個主要部分都有相同的可選擇作業執行時間來執行其可選擇部分。

請參照第 10A~10B 圖，其所繪示乃盡量公平法於可選擇部分具有向前 k 個作業可替代性時的處理方式之示意圖。保留串列 406 上已排入 4 個作業之主要部分 $M_1 \sim M_4$ ，在單位時間 2 時，主要部分 M_1 已執行完畢，進行向前 k 個作業可替代性檢查結果得知 O_1 具有向前 k 個作業可替代性。盡量公平法包括以下步驟：如第 10A 圖所示，首先，計算下一個待執行主要部分群組 904 中主要部分的個數，得知主要部分群組 904 中具有 3 個主要部分。之後由主要部分群組 904 中主要部分的個數加 1，計算出區段分隔數為 4。同時計算出該作業的保留時段 $g_1 902$ 有 4 個單位時

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(3/)

間長。保留時段的計算方式與盡量延遲法時保留時段的計算方式相同。接著，將保留時段的時間長度除以區段分隔數得到主要部分 M_1 與下一個待執行的主要部分群組 904 中的 3 個主要部分 $M_2 \sim M_4$ 都可分配到 1 單位時間長的時間來執行其可選擇部分。此四個作業 $T_1 \sim T_4$ 使用盡量公平法所得到的排程結果如第 10B 圖所示。

請參照第 11A~11B 圖，其所繪示亦為盡量公平法於可選擇部分具有向前 k 個作業可替代性時的處理方式之示意圖。請參照第 11A 圖，與第 10A 圖不同的是，當主要部分 M_1 執行完畢時，下一個待執行的主要部分 M_2 並非在一個主要部分群組中，即主要部分 M_2 的執行時間並非與其他待執行的主要部分相連。此時進行盡量公平法時所計算出區段分隔數為 2，其餘作法與前文所述皆相同，所得的排程結果如第 11B 圖所示。

盡量公平法的精神在於若作業之可選擇部分具有向前 k 個作業可替代性時，則將該作業之可選擇部分的可執行時間依照比例平均分配的方式打散給其他保留串列中的作業，如此一來可增加公平性。而且也可藉由設定向前 k 個作業的可替代性檢查中的參數 k 值的大小來決定排程系統的可排程性。

請參照第 12A~12C 圖，其所繪示為線上排程單元 404 分別以上述三種排程方法將作業排入保留串列所得之排程結果之示意圖。進入線上排程單元 404 的作業如表五所示，並且將向前 k 個作業可替代性檢查法的 k 值設定為 1。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (32)

請參照第 12A 圖所示，由線上排程單元 404 以盡量替代法將作業排入保留串列 406 所得之排程結果可知，盡量替代法由於將所有作業的主要部分盡量優先執行，故保留最多的時間以供新進入線上排程單元 404 的作業排入保留串列 406 當中，故盡量替代法的可排程性最佳，但此排程方法中越早被執行的作業其可選擇部分被執行的機會越低，故此排程方法的公平性最低。

	a	d	m	0
T ₁	2	14	3	4
T ₂	2	8	2	3
T ₃	4	9	2	4
T ₄	4	10	1	3

表五

請參照第 12B 圖所示，由線上排程單元 404 以盡量延遲法將作業排入保留串列 406 所得之排程結果可知，盡量延遲法先執行作業 T₃ 的主要部分 M₃ 的一部份，而將執行作業 T₂ 的可選擇部分 O₂ 的時間延遲到單位時間 5 再開始執行，直到單位時間 8 時，由於作業 T₂ 的完成期限已到，故將作業 T₂ 移出線上排程單元 404，再接著執行作業 T₃ 的主要部分 M₃ 尚未執行完畢的部分。故盡量延遲法與盡量替代法相比較，盡量延遲法具有較好的公平性，讓越早被執行的作業有較大的機會來執行其可選擇部分。但是也因

五、發明說明(33)

為如此，故在參數 k 值相同的情況之下，盡量延遲法的可排程性比盡量替代法要差。

請參照第 12C 圖所示，由線上排程單元 404 以盡量公平法將作業排入保留串列 406 所得之排程結果可知，可執行作業的可選擇部分的時間依照比例平均分配給該段時間之前與之後的所有作業。與盡量替代法、盡量延遲法相比，盡量公平法的公平性較佳，該段時間之前與之後的所有作業都有相同的時間來執行其可選擇部分。但是在參數 k 值相同的情況之下，盡量公平法的可排程性就要比盡量替代法與盡量延遲法都要差。

除了上述盡量替代法、盡量延遲法以及盡量公平法三種排程方法之外，線上排程單元 404 亦可採用其他不同的演算法來達到不同的排程效果，例如：依完成期限的早晚決定作業執行的順序，或是先執行所有作業的主要部分再執行所有作業的可選擇部分……等等。並且線上排程單元 404 可藉由限制每個作業的可選擇部分的最大執行量 O_{max} 來調整每個排程方式的排程性。即若將每個作業的可選擇部分的最大執行量 O_{max} 的值調小，則每個作業的可選擇部分被執行的部分將會變少，因此整個即時排程裝置的可排程性就會變的較好。反之，若將每個作業的可選擇部分的最大執行量 O_{max} 的值調大，則整個即時排程裝置的可排程性就會變的較差。

線上排程單元 404 可接收評估單元 408 所饋入的第二參數列 β ，依據第二參數列 β 的參數值，選擇適合的排

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(34)

程方法。例如：第二參數列 β 可含一參數 s 藉以選擇盡量替代法/盡量延遲法/盡量公平法或其他排程法，並調整向前 k 個作業可替代性檢查法時 k 值的大小以及限制每個作業的可選擇部分可被執行的最大執行量 $O_{\max} \dots$ 等，以供線上排程單元 404 進行細調。

當線上排程單元 404 選擇了適合的排程方法，則進入線上排程單元 404 的作業就依在保留串列 406 上所安排的執行順序與執行部分依序被執行，排程結果送入評估單元 408。評估單元 408 可根據依保留串列所決定的作業執行順序與執行部分來評估調節單元 402 及線上排程單元 404 所產生的排程結果的好壞。評估單元 408 評估的標準有：

a. 作業拒絕比 (task rejection rate) R_r ：即已進入線上排程單元 404 但無法排入保留串列 406 的作業比例。

b. 作業被暫緩/丟棄的比例 (task suspend/discard rate) R_{sd} ：即欲進入即時排程裝置 400 的作業被調節單元 402 暫緩進入此即時排程裝置 400 與直接丟棄的比例。

c. 閒置比例 (idle rate) R_i ：即線上排程單元 404 中沒有作業可執行的時間與有作業可執行時間的比例。

d. 餘裕時間 (slack time) t_s ：即在保留串列 406 中未分配給作業的主要部分執行的時間總和。

評估單元 408 完成評估後可對調節單元 402 送出第一參數列 α ，供調節單元 402 進行粗調，當調節單元 402

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(35)

使用記號水桶機制時，可藉調整記號產生的速度 ρ 、記號的數量 σ 以及佇列容量 QL 來調節進入的作業數量。同時也可對線上排程單元 404 調節單元送出第二參數列 β ，供線上排程單元 404 進行細調，調整線上排程單元 404 選擇合適的演算法，進行往前 k 個作業的可替代性檢查時 k 值的大小，每個作業的可選擇部分的最大執行量 $O_{\max} \dots$ 等。來達成即時的、動態的進行線上排程的目的。

【發明效果】

本發明上述實施例所揭露之一可控制服務品質的即時排程裝置，可至少具有以下效果：

一. 提高網路資源分配的公平性：本發明提出三個排程方法。將每個作業分成主要部分和可選擇部分進行排程，使得每個被排入保留串列中作業的主要部分都能在期限前做完，而且每個作業的可選擇部分都能盡量被執行。如此可在維持必需的服務品質的條件下，讓更多的作業能夠被執行，增加網路資源分配的公平性。

二. 可使用於即時系統中，實現線上排程的要求：除了有調節單元可使用傳統方式來限制進入排程的作業數量以外，本發明加入一個線上排程單元，可依據當時的狀況選擇適宜的排程方法來達到適合的排程結果；並且加入評估單元隨時評估所得排程結果的效果隨時分別對調節單元及線上排程單元進行粗調及細調以達到最佳的排程效果。故本系統可達成在即時系統中實施線上排程的目的。

五、發明說明(36)

的。

綜上所述，雖然本發明已以一較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

六、申請專利範圍

1. 一種可控制服務品質的即時排程裝置，該即時排程裝置包括：

一調節單元，用以將輸入之複數個作業納入該即時排程裝置，並調節進入一線上排程單元之前述作業的數量；

前述線上排程單元，與該調節單元耦接，用以選擇一即時排程法，並依據該即時排程法將前述進入之作業排定其應被執行之時間區段；以及

一評估單元，與該調節單元及該線上排程單元耦接，用以評估該線上排程單元之排程效果，並將一第一參數列饋入該調節單元以進行粗調，及將一第二參數列饋入該線上排程單元以進行細調。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之即時排程裝置，其中，該調節單元與該線上排程單元以及該評估單元係皆為硬體裝置。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之即時排程裝置，其中，每該些作業係分成一主要部分及一可選擇部分，且該細調藉由控制該可選擇部分被執行的多寡來實行。

4. 如申請專利範圍第 1 或 3 項所述之即時排程裝置，其中，該調節單元係依據該第一參數列調節進入該即時排程裝置之該些作業之數量。

5. 如申請專利範圍第 1 或 3 項所述之即時排程裝置，其中，該線上排程單元係依據該第二參數列選擇該即時排程法。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

六、申請專利範圍

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之即時排程裝置，其中，該即時排程法係盡量替代法。

7. 如申請專利範圍第 5 項所述之即時排程裝置，其中，該即時排程法係盡量延遲法。

8. 如申請專利範圍第 5 項所述之即時排程裝置，其中，該即時排程法係盡量公平法。

9. 如申請專利範圍第 1 或 3 項所述之即時排程裝置，其中，該評估單元以一評估標準評估該即時排程裝置之排程效果，該評估標準包括一作業拒絕率與一作業暫緩丟棄率與一閒置率以及一餘裕時間。

10. 如專利範圍第 1 或 3 項所述之即時排程裝置，其中，該評估單元饋入該調節單元之該第一參數列，包括一記號生成速度。

11. 如專利範圍第 1 或 3 項所述之即時排程裝置，其中，該評估單元饋入該調節單元之該第一參數列，包括一記號個數。

12. 如專利範圍第 1 或 3 項所述之即時排程裝置，其中，該評估單元饋入該調節單元之該第一參數列，包括一佇列容量。

13. 如專利範圍第 1 或 3 項所述之即時排程裝置，其中，該評估單元饋入該線上排程單元之該第二參數列，包括一即時排程法選擇參數。

14. 如專利範圍第 1 或 3 項所述之即時排程裝置，其中，該評估單元饋入該線上排程單元之該第二參數列，包

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

括一可替代性檢查參數。

15. 如專利範圍第 1 或 3 項所述之即時排程裝置，其中，該評估單元饋入該線上排程單元之該第二參數列，包括一可選擇部分之最大被執行量。

16. 一種向前 1 個作業可替代性排程檢查方法，該排程檢查方法包括以下步驟：

將複數個作業 T_i 中執行時間為 m_i 之主要部分 M_i 以一模式排入一保留串列中，以令該些主要部分 M_i 在該保留串列上具一起始時間 s_i 與一結束時間 f_i ，且每一該作業 T_i 又具執行時間為 o_i 之可選擇部分 O_i ，其中， i 係依前述起始時間的先後順序排序，接著，對每一該作業 T_i 進行向前 1 個作業可替代性排程檢查，包括下列步驟：

a. 依據一作業 T_{i+1} 之主要部分 M_{i+1} 之起始時間 s_{i+1} 、結束時間 f_i 與該作業 T_i 之可選擇部分執行時間 o_i ，定義一有效時段 t_i ；

b. 移動該主要部分 M_{i+1} 在該保留串列上的位置，更新該主要部分 M_{i+1} 之起始時間 s_{i+1} 為主要部分 M_i 之結束時間 f_i ，並對應更新該主要部分 M_{i+1} 之結束時間 f_{i+1} ；

c. 依據一作業 T_{i+2} 之主要部分 M_{i+2} 之起始時間 s_{i+2} 、結束時間 f_{i+1} 與該作業 T_{i+1} 之可選擇部分執行時間 o_{i+1} ，定義一有效時段 t_{i+1} ；及

d. 比較該有效時段 t_i 與該有效時段 t_{i+1} 之大小，若有效時段 t_i 小於有效時段 t_{i+1} ，則該作業 T_i 之可選擇部分 O_i 具有向前 1 個作業可替代性，若有效時段 t_i 大於有效時段

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

六、申請專利範圍

t_{i+1} ，則不具有向前 1 個作業的可替代性。

17. 如專利範圍第 16 項所述之排程檢查方法，其中該模式為一非精確計算模式。

18. 如專利範圍第 16 項所述之排程檢查方法，其中定義該有效時段 t_i 時，定義一保留時段 p_i ，該保留時段 p_i 係由該起始時間 s_{i+1} 與該結束時間 f_i 之差決定，而該有效時段 t_i 係該保留時段 p_i 與該可選擇部分執行時間 o_i 中較小者；且

其中定義該有效時段 t_{i+1} 時，定義一保留時段 p_{i+1} ，該保留時段 p_{i+1} 係由該起始時間 s_{i+2} 與該結束時間 f_{i+1} 之差決定，且該有效時段 t_{i+1} 係該保留時段 p_{i+1} 與該可選擇部分執行時間 o_{i+1} 中較小者。

19. 一種向前 k 個作業可替代性排程檢查方法，其中 k 為大於 1 的整數，該排程檢查方法包括以下步驟：

將複數個作業 T_i 中執行時間為 m_i 之主要部分 M_i 以一模式排入一保留串列中，以令該些主要部分 M_i 在該保留串列上具一起始時間 s_i 與一結束時間 f_i ，且每一該作業 T_i 又具執行時間為 o_i 之可選擇部分 O_i ，其中， i 係依前述起始時間的先後順序排序，接著，對每一該作業 T_i 進行向前 k 個作業可替代性排程檢查，包括以下步驟：

a. 依據一作業 T_{i+1} 之主要部分 M_{i+1} 之起始時間 s_{i+1} 、結束時間 f_i 與該作業 T_i 之可選擇部分執行時間 o_i ，定義一有效時段 t_i ；

b. 設定 A 值為 1；

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

c. 移動一作業 T_{i+A} 之主要部分 M_{i+A} 在該保留串列上的位置，更新該主要部分 M_{i+A} 之起始時間 s_{i+A} 為一作業 T_{i+A-1} 的主要部分 M_{i+A-1} 之結束時間 f_{i+A-1} ，並對應更新該主要部分 M_{i+A} 之結束時間 f_{i+A} ；

d. 依據一作業 T_{i+A-1} 之主要部分 M_{i+A-1} 之起始時間 s_{i+A-1} 、結束時間 f_{i+A-1} 與該作業 T_{i+A} 之可選擇部分執行時間 O_{i+A} ，定義一有效時段 t_{i+A} ；

e. 若 A 小於 k ，則將 A 值加 1，並執行步驟 c；

f. 在有效時段 $t_{i+1} \sim t_{i+k}$ 中定義一有效時段 r ；及

g. 比較該作業 T_i 之有效時段 t_i 與該有效時段 r 之大小，若該有效時段 t_i 小於該有效時段 r ，則該作業 T_i 之可選擇部分 O_i 具有向前 k 個作業可替代性，若該有效時段 t_i 大於該有效時段 r ，則不具有向前 k 個作業的可替代性。

20. 如專利範圍第 19 項所述之排程檢查方法，其中該模式為一非精確計算模式。

21. 如專利範圍第 19 項所述之排程檢查方法，其中定義該有效時段 t_i 時，定義一保留時段 p_i ，該保留時段 p_i 係由該起始時間 s_{i+1} 與該結束時間 f_i 之差決定，而該有效時段 t_i 係該保留時段 p_i 與該可選擇部分執行時間 O_i 中較小者；且

其中定義該有效時段 t_{i+A} 時，定義一保留時段 p_{i+A} ，該保留時段 p_{i+A} 係由該起始時間 s_{i+A-1} 與該結束時間 f_{i+A} 之差決定，且該有效時段 t_{i+A} 係該保留時段 p_{i+A} 與該可選擇部分執行時間 O_{i+A} 中較小者。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

22. 如專利範圍第 19 項所述之排程檢查方法，其中該有效時段 r 為該些有效時段 $t_{i+1} \sim t_{i+k}$ 中最大者。

23. 一種向前 k 個作業可替代性排程檢查方法，其中 k 為大於 1 的整數，該排程檢查方法包括以下步驟：

將複數個作業 T_i 中執行時間為 m_i 之主要部分 M_i 以一模式排入一保留串列中，以令該些主要部分 M_i 在該保留串列上具一起始時間 s_i 與一結束時間 f_i ，且每一該作業 T_i 又具執行時間為 o_i 之可選擇部分 O_i ，其中， i 係依前述起始時間的先後順序排序，接著，對每一該作業 T_i 進行向前 k 個作業可替代性排程檢查，包括下列步驟：

a. 依據一作業 T_{i+1} 之主要部分 M_{i+1} 之起始時間 s_{i+1} 、結束時間 f_i 與該作業 T_i 之可選擇部分執行時間 o_i ，定義一有效時段 t_i ；

b. 設定 A 值為 1；

c. 移動一作業 T_{i+A} 之主要部分 M_{i+A} 在該保留串列上的位置，更新該主要部分 M_{i+A} 之起始時間 s_{i+A} 為一作業 T_{i+A-1} 之主要部分 M_{i+A-1} 之結束時間 f_{i+A-1} ，並對應更新該主要部分 M_{i+A} 之結束時間 f_{i+A} ；

d. 依據一作業 T_{i+A-1} 之主要部分 M_{i+A-1} 之起始時間 s_{i+A-1} 、結束時間 f_{i+A-1} 與該作業 T_{i+A} 之可選擇部分執行時間 o_{i+A} ，定義一有效時段 t_{i+A} ；

e. 比較該有效時段 t_i 與該有效時段 t_{i+A} 之大小，若該有效時段 t_i 小於該有效時段 t_{i+A} ，則該可選擇部分 O_i 具有向前 k 個作業可替代性，若該有效時段 t_i 大於該有效時

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

段 t_{i+A} ，則不具有向前 k 個作業的可替代性。

f. 當該可選擇部分 O_i 具有向前 k 個作業可替代性，則結束該向前 k 個作業可替代性檢查法；及

g. 若 A 小於 k ，則將 A 值加 1，並執行步驟 c。

24. 如專利範圍第 23 項所述之排程檢查方法，其中該模式為一非精確計算模式。

25. 如專利範圍第 23 項所述之排程檢查法，其中定義該有效時段 t_i 時，定義一保留時段 p_i ，該保留時段 p_i 係由該起始時間 s_{i+1} 與該結束時間 f_i 之差決定，而該有效時段 t_i 係該保留時段 p_i 與該可選擇部分執行時間 O_i 中較小者；且

其中，定義該有效時段 t_{i+A} 時，定義一保留時段 p_{i+A} ，該保留時段 p_{i+A} 係由該起始時間 s_{i+A-1} 與該結束時間 f_{i+A} 之差決定，且該有效時段 t_{i+A} 係該保留時段 p_{i+A} 與該可選擇部分執行時間 O_{i+A} 中較小者。

26. 一種即時排程方法，用以將 n 個作業 T 納入一保留串列中，其中，該保留串列最多可排入 u 個作業，每該作業 T 具一主要部分 M 、一可選擇部分 O 、一主要部分執行時段 m 以及一完成期限 d ，其中，該 n 個作業 T 係藉標號標記為作業 $T_1 \sim$ 作業 T_n ， n 係大於 1 之整數，且每該作業 T 之該主要部分 M 、該可選擇部分 O 、該主要部分執行時段 m 以及該完成期限 d 之標號係與該作業 T 之標號相同，該即時排程方法包括以下步驟：

設一執行時間 t 為 0；

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

六、申請專利範圍

a1. 檢查該保留串列上是否具有 r 個主要部分 M ，若否，則執行步驟 d3，其中， r 為一不小於 1 且不大於 u 的整數；

a2. 檢查是否有一主要部分 M 欲進入該保留串列，若有，則依據一非精確計算模式將該主要部分 M 排入該保留串列，以令該保留串列具 p 個主要部分 M ，其中， p 為一大於 r 且不大於 u 的整數，該 p 個主要部分 M 具一起始時間 s ，且該些起始時間 s 與對應的作業 T 之標號相同；

b1. 在該保留串列 p 個主要部分 M 中，依據起始時間 s_i 選擇一主要部分 M_i ， i 為一不小於 1 且不大於 p 的整數，檢查該保留串列上是否於該執行時間 t 排定執行該主要部分 M_i ，若是，則執行步驟 b3，若否，則執行步驟 b2；

b2. 自該保留串列之該 p 個主要部分 M 中擇一主要部分 M_i ，更新該主要部分 M_i 之該起始時間 s_i 為該執行時間 t ；

b3. 執行該主要部分 M_i ；

b4. 將該執行時間 t 加 1；

b5. 執行步驟 a2，待步驟 a2 執行完畢即執行步驟 b6；

b6. 檢查該執行時間 t 時，該主要部分 M_i 是否已執行完畢，若否，則執行步驟 b3；

c1. 以一向前 k 個作業可替代性檢查法檢查該可選擇部分 O_i 是否具有向前 k 個作業的可替代性，若該可選擇部分 O_i 不具有向前 k 個作業的可替代性，則執行步驟 c5；

六、申請專利範圍

- c2. 將該作業 T_i 移出該線上排程單元；
- c3. 將該執行時間加 1；
- c4. 執行步驟 a1；
- c5. 執行該作業 T_i 的一可選擇部分 O_i ；
- c6. 將該執行時間 t 加 1；
- c7. 執行步驟 a2，待步驟 a2 執行完畢即執行步驟 c8；
- c8. 檢查該執行時間 t 是否等於一主要部分 M_j 之一起始時間 s_j ，若是，則執行步驟 c11，其中， j 為一不小於 1 且不大於 p 的整數，且 j 不等於 i ；
- c9. 檢查該作業 T_i 是否被執行完畢，若是，則執行步驟 c11；
- c10. 檢查該執行時間 t 是否等於該作業 T_i 之該完成期限 d_i ，若否，則執行步驟 c5；
- c11. 將該作業 T_i 移出該線上排程單元；
- c12. 執行步驟 a1；
- d1. 檢查該線上排程單元是否具有一作業 T_q ，若否，則執行步驟 d4，其中， q 為一不小於 1 且不大於 n 的整數；
- d2. 將該執行時間加 1；
- d3. 執行步驟 a1；以及
- d4. 結束執行。
27. 如專利範圍第 26 項所述之排程檢查方法，其中步驟 b1 中，該主要部分 M_i 之起始時間 s_i 為所有該 p 個起始時間中最小者。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

六、申請專利範圍

28. 一種即時排程方法，用以將 n 個作業 T 納入一保留串列中，其中，該保留串列最多可排入 u 個作業，每該作業 T 具一主要部分 M 、一可選擇部分 O 、一主要部分執行時段 m 以及一完成期限 d ，其中，該 n 個作業 T 係藉標號標記為作業 $T_1 \sim$ 作業 T_n ， n 係大於 1 之整數，且每該作業 T 之該主要部分 M 、該可選擇部分 O 、該主要部分執行時段 m 以及該完成期限 d 之標號係與該作業 T 之標號相同，該即時排程方式包括以下步驟：

設一執行時間 t 為 0；

a1. 檢查該保留串列上是否具有 r 個主要部分 M ，若否，則執行步驟 d3，其中， r 為一不小於 1 且不大於 u 的整數；

a2. 檢查是否有一主要部分 M 欲進入該保留串列，若有，則依據一非精確計算模式將步驟 a2 之該主要部分 M 排入該保留串列，以令該保留串列具 p 個主要部分 M ，其中， p 為一大於 r 且不大於 u 的整數，該 p 個主要部分 M 具一起始時間 s ，且該些起始時間 s 與對應的作業 T 之標號相同；

b1. 在該保留串列 p 個主要部分 M 中，依據起始時間 s_i 選擇一主要部分 M_i ， i 為一不小於 1 且不大於 p 的整數，檢查該保留串列上是否於該執行時間 t 排定執行該主要部分 M_i ，若是，則執行步驟 b3，若否，則執行步驟 b2；

b2. 自該保留串列之該 p 個主要部分 M 中擇一主要部分 M_i ，更新該主要部分 M_i 之該起始時間 s_i 為該執行時

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

間 t ；

b3. 執行該主要部分 M_i ；

b4. 將該執行時間 t 加 1；

b5. 執行步驟 a2；

b6. 檢查該執行時間 t 時，該主要部分 M_i 是否已執行完畢，若否，則執行步驟 b3；

c1. 以一向前 k 個作業可替代性檢查法檢查該可選擇部分 O_i 是否具有向前 k 個作業的可替代性，若該可選擇部分 O_i 不具有向前 k 個作業的可替代性，則執行步驟 c16；

c2. 自該保留串列中擇一主要部分 M_e ，其中，該主要部分 M_e 之一起始時間 s_e 為所有大於該執行時間 t 之該些起始時間 s 中最小者， e 為一不小於 1 且不大於 p 的整數；

c3. 建立一保留時段 g_i ，其中，該保留時段 g_i 由該起始時間 s_e 與該執行時間 t 之差決定；

c4. 建立一插入時間 e_i ，該插入時間係以該作業 T_i 之期限 d_i 與該保留時段 g_e 之差決定；

c5. 檢查該插入時間 e_i ，若該插入時間 e_i 大於該執行時間 t 且小於該完成期限 d_i ，則執行步驟 c8，

c6. 將該作業 T_i 移出該線上排程單元；

c7. 執行步驟 a1；

c8. 執行該主要部分 M_e ；

c9. 將該執行時間 t 加 1；

c10. 執行步驟 a2，待步驟 a2 執行完畢即執行步驟

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

六、申請專利範圍

c11;

c11. 檢查該執行時間 t 是否小於該插入時間 e_i ，若是，則執行步驟 c8；

c12. 執行該作業 T_i 之一可選擇部分 O_i ；

c13. 將該執行時間 t 加 1；

c14. 執行步驟 a2，待步驟 a2 執行完畢即執行步驟

c15；

c15. 檢查該作業 T_i 是否被執行完畢，若是，則執行步驟 c17；

c16. 檢查該執行時間 t 是否等於該作業 T_i 之該完成期限 d_i ，若否，則執行步驟 c12；

c17. 將該作業 T_i 移出該線上排程單元；

c18. 執行步驟 a1；

d1. 檢查該線上排程單元是否具有一作業 T_q ，若無，則執行步驟 d4，其中， q 為一不小於 1 且不大於 n 的整數；

d2. 將該執行時間加 1；

d3. 執行步驟 a1；以及

d4. 結束執行。

29. 如專利範圍第 28 項所述之排程檢查方法，其中步驟 b1 中，該主要部分 M_i 之起始時間 s_i 為所有該 p 個起始時間中最小者。

30. 一種即時排程方法，用以將 n 個作業 T 納入一保留串列中，其中，該保留串列最多可排入 u 個作業，每該作業 T 具一主要部分 M 、一可選擇部分 O 、一主要部分執

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

行時段 m 以及一完成期限 d ，其中，該 n 個作業 T 係藉標號標記為作業 $T_1 \sim$ 作業 T_n ， n 係大於 1 之整數，且每該作業 T 之該主要部分 M 、該可選擇部分 O 、該主要部分執行時段 m 以及該完成期限 d 之標號係與該作業 T 之標號相同，該即時排程方式包括以下步驟：

設一執行時間 t 為 0；

a1. 檢查該保留串列上是否具有 r 個主要部分 M ，若否，則執行步驟 d3，其中， r 為一不小於 1 且不大於 u 的整數；

a2. 檢查是否有一主要部分 M 欲進入該保留串列，若有，則依據一非精確計算模式將步驟 a2 之該主要部分 M 排入該保留串列，以令該保留串列具 p 個主要部分 M ，其中， p 為一大於 r 且不大於 u 的整數，該 p 個主要部分 M 具一起始時間 s ，且該些起始時間 s 皆與對應之作業 T 之標號相同；

b1. 在該保留串列 p 個主要部分 M 中，依據起始時間 s_i 選擇一主要部分 M_i ， i 為一不小於 1 且不大於 p 的整數，檢查該保留串列上是否於該執行時間 t 排定執行該主要部分 M_i ，若是，則執行步驟 b3，若否，則執行步驟 b2；

b2. 自該保留串列之該 p 個主要部分 M 中擇一主要部分 M_i ，更新該主要部分 M_i 之該起始時間 s_i 為該執行時間 t ；

b3. 執行該主要部分 M_i ；

b4. 將該執行時間 t 加 1；

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

六、申請專利範圍

b5. 執行步驟 a2；

b6. 檢查該執行時間 t 時，該主要部分 M_i 是否已執行完畢，若否，則執行步驟 b3；

c1. 以一向前 k 個作業可替代性檢查法檢查該可選擇部分 O_i 是否具有向前 k 個作業的可替代性，若該可選擇部分 O_i 不具有向前 k 個作業的可替代性，則執行步驟 c14；

c2. 建立一區段分隔數 e_i ，其中，該區段分隔數 e_i 係為該保留串列上之一主要部分群組中複數個主要部分之個數和加 1；

c3. 自該保留串列中擇一主要部分 M_e ，其中，該主要部分屬於該主要部分群組，且該主要部分 M_e 之一起始時間 s_e 為該主要部分群組複數個主要部分之起始時間 s 中最小者， e 為一不小於 1 且不大於 p 的整數；

c4. 建立一保留時段 g_i ，其中，該保留時段 g_i 係為該起始時間 s_e 與該執行時間 t 之差；

c5. 建立一可選擇部分執行時間 o_i ，其中，該可選擇部分執行時間 o_i 係為該保留時段 g_i 除以該區段分隔數 e_i ；

c6. 設定 x 值為 1；

c7. 執行該作業之一可選擇部分；

c8. 將該執行時間 t 加 1；

c9. 將 x 值加 1；

c10. 檢查該作業 T_i 是否被執行完畢，若是，則執行步驟 c14；

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

c11. 檢查該執行時間 t 是否等於該作業 T_i 之該完成期限 d_i ，若是，則執行步驟 c14；

c12. 執行步驟 a2，待步驟 a2 執行完畢即執行步驟 c13；

c13. 檢查 x 值是否不小於該可選擇部分執行時段 o_i ，若否，則執行步驟 c7；

c14. 將該作業 T_i 移出該線上排程單元；

c15. 執行步驟 a1；

d1. 檢查該線上排程單元是否具有一作業 T_q ，若無，則執行步驟 d4，其中， q 為一不小於 1 且不大於 n 的整數；

d2. 將該執行時間加 1；

d3. 執行步驟 a1；以及

d4. 結束執行。

31. 如專利範圍第 30 項所述之排程檢查方法，其中步驟 b1 中，該主要部分 M_i 之起始時間 s_i 為所有該 p 個起始時間中最小者。

32. 一種可控制服務品質的即時排程方法，該即時排程方法包括：

一調節單元，用以調節輸入之複數個作業進入一線上排程單元之數量；

前述線上排程單元，選擇一即時排程法，並依據該即時排程法將前述進入之作業排定其應被執行之時間區段；以及

一評估單元，評估該線上排程單元之排程效果，並

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

六、申請專利範圍

將一第一參數列饋入該調節單元以進行粗調，及將一第二參數列饋入該線上排程單元以進行細調。

33. 如申請專利範圍第 32 項所述之即時排程方法，其中，該調節單元與該線上排程單元以及該評估單元係皆為軟體程序。

34. 如申請專利範圍第 32 項所述之即時排程方法，其中，每該些作業係分成一主要部分以及一可選擇部分，且該細調藉由控制該可選擇部分被執行的多寡來實行。

35. 如申請專利範圍第 32 或 34 項所述之即時排程方法，其中，該調節單元係依據該第一參數列來調節輸入之該些作業之數量。

36. 如申請專利範圍第 32 或 34 項所述之即時排程方法，其中，該線上排程單元係依據該第二參數列來選擇該即時排程法。

37. 如申請專利範圍第 36 項所述之即時排程方法，其中，該即時排程法係盡量替代法。

38. 如申請專利範圍第 36 項所述之即時排程方法，其中，該即時排程法係盡量延遲法。

39. 如申請專利範圍第 36 項所述之即時排程方法，其中，該即時排程法係盡量公平法。

40. 如申請專利範圍第 32 或 34 項所述之即時排程方法，其中，該評估單元以一評估標準，評估該即時排程方法之排程效果，該評估標準包括一作業拒絕率。

41. 如申請專利範圍第 32 或 34 項所述之即時排程方

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

六、申請專利範圍

法，其中，該評估單元以一評估標準，評估該即時排程方法之排程效果，該評估標準包括一作業暫緩丟棄率。

42. 如申請專利範圍第 32 或 34 項所述之即時排程方法，其中，該評估單元以一評估標準，評估該即時排程方法之排程效果，該評估標準包括一閒置率。

43. 如申請專利範圍第 32 或 34 項所述之即時排程方法，其中，該評估單元以一評估標準，評估該即時排程方法之排程效果，該評估標準包括一餘裕時間。

44. 如專利範圍第 32 或 34 項所述之即時排程方法，其中，該評估單元饋入該調節單元之該第一參數列係包括一記號生成速度。

45. 如專利範圍第 32 或 34 項所述之即時排程方法，其中，該評估單元饋入該調節單元之該第一參數列係包括一記號個數。

46. 如專利範圍第 32 或 34 項所述之即時排程方法，其中，該評估單元饋入該調節單元之該第一參數列係包括一串列容量。

47. 如專利範圍第 32 或 34 項所述之即時排程裝置，其中，該評估單元饋入該線上排程單元之該第二參數列係包括一即時排程法選擇參數。

48. 如專利範圍第 32 或 34 項所述之即時排程裝置，其中，該評估單元饋入該線上排程單元之該第二參數列係包括一可替代性檢查參數。

49. 如專利範圍第 32 或 34 項所述之即時排程裝置，其中，該

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

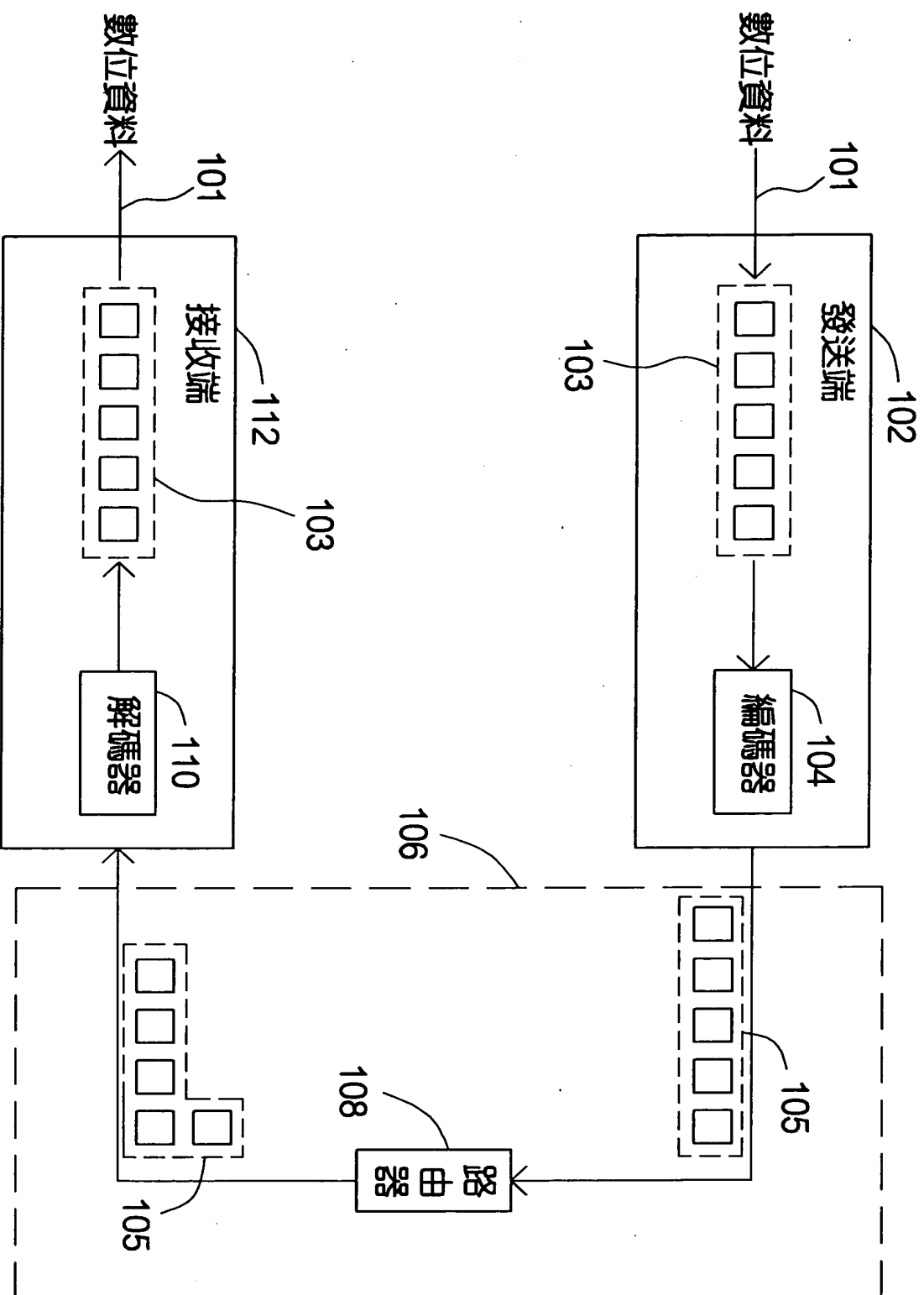
評估單元饋入該線上排程單元之該第二參數列係包括一可選擇部分之最大被執行量。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

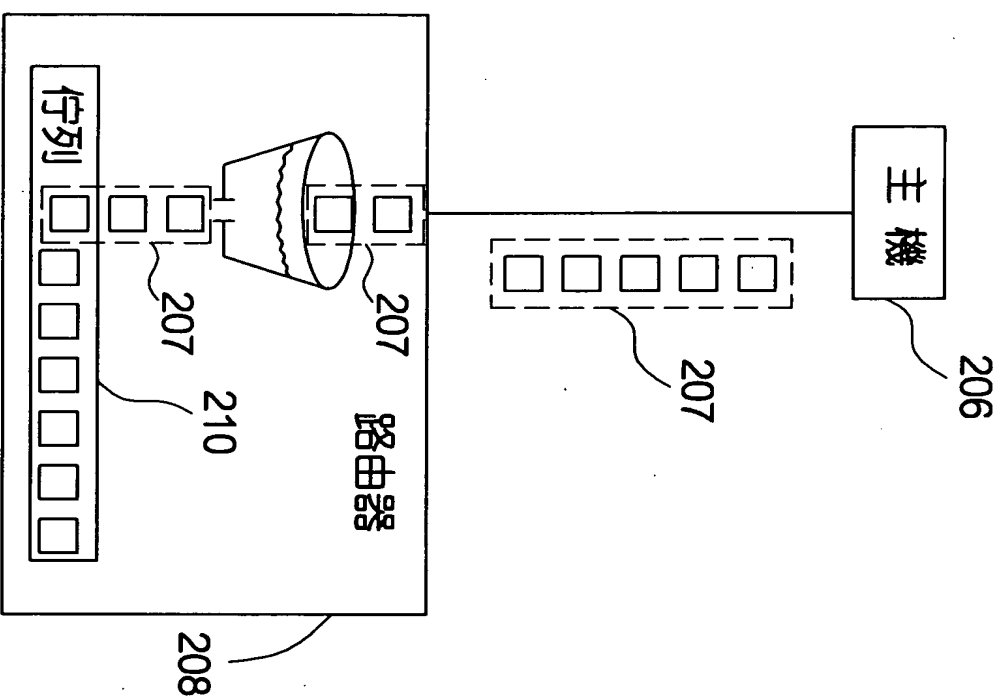
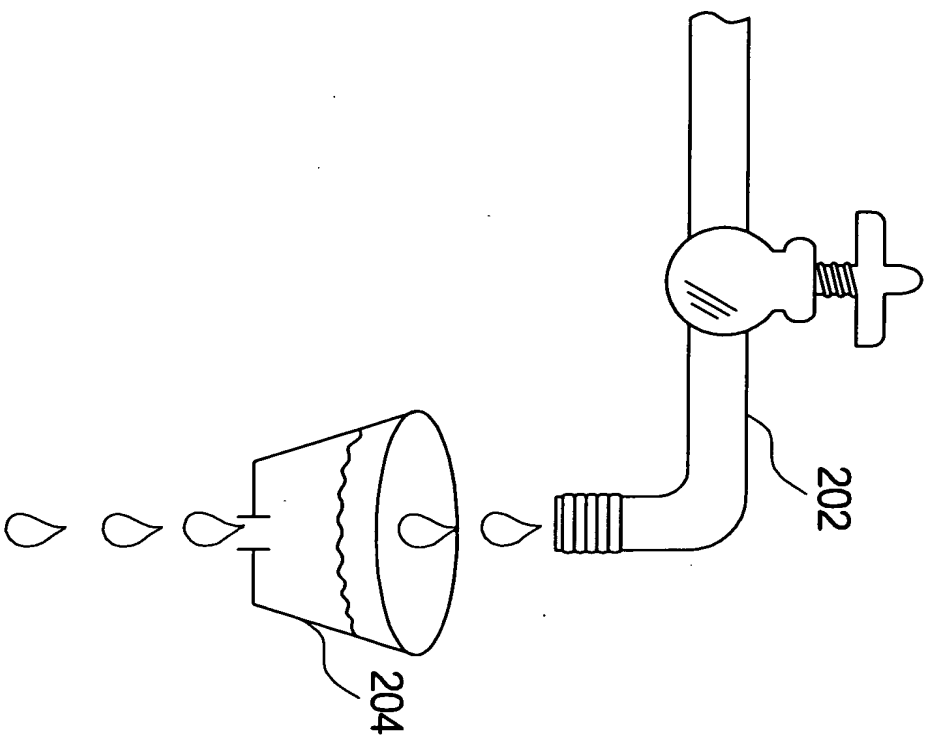
裝

訂

線

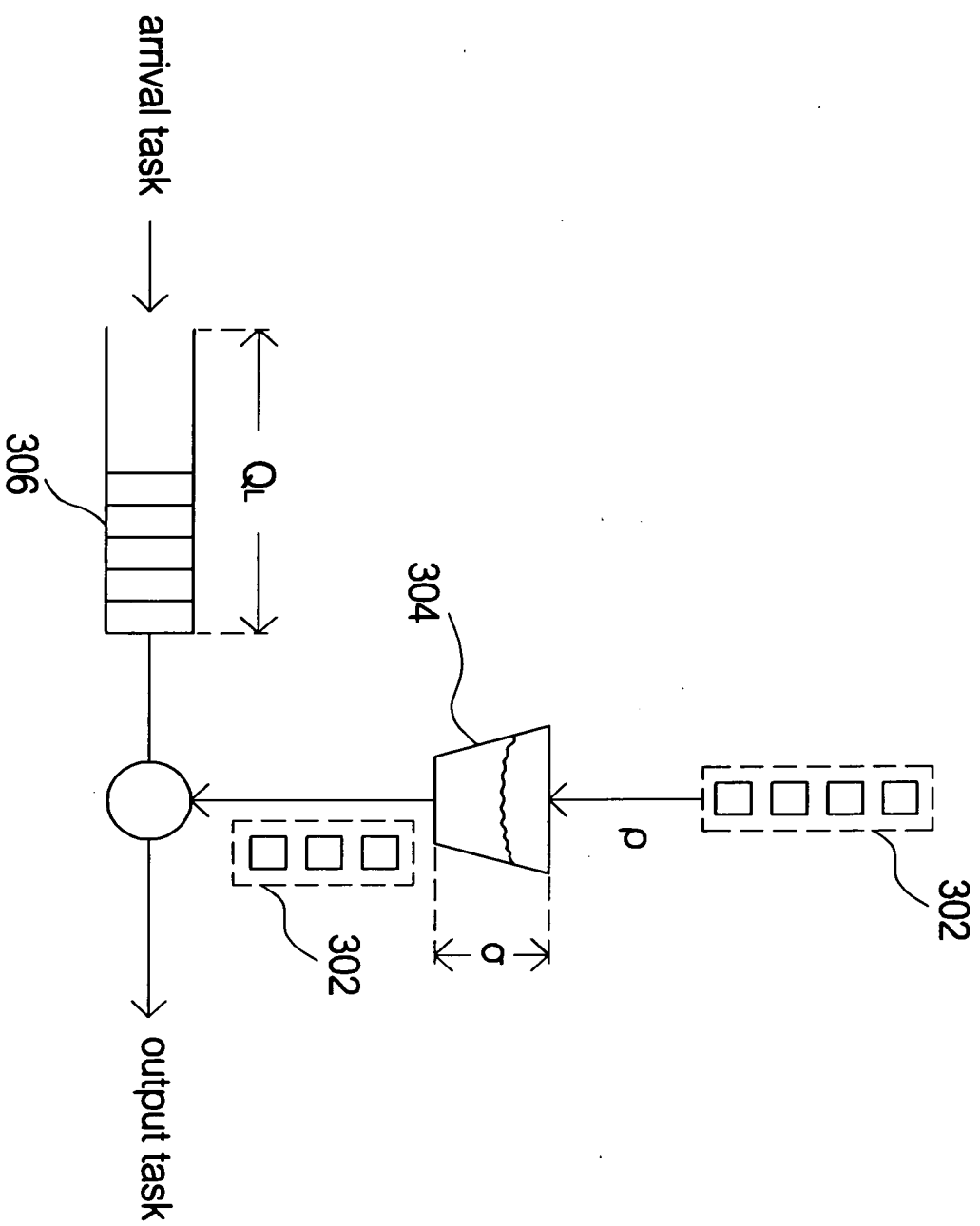


第1圖

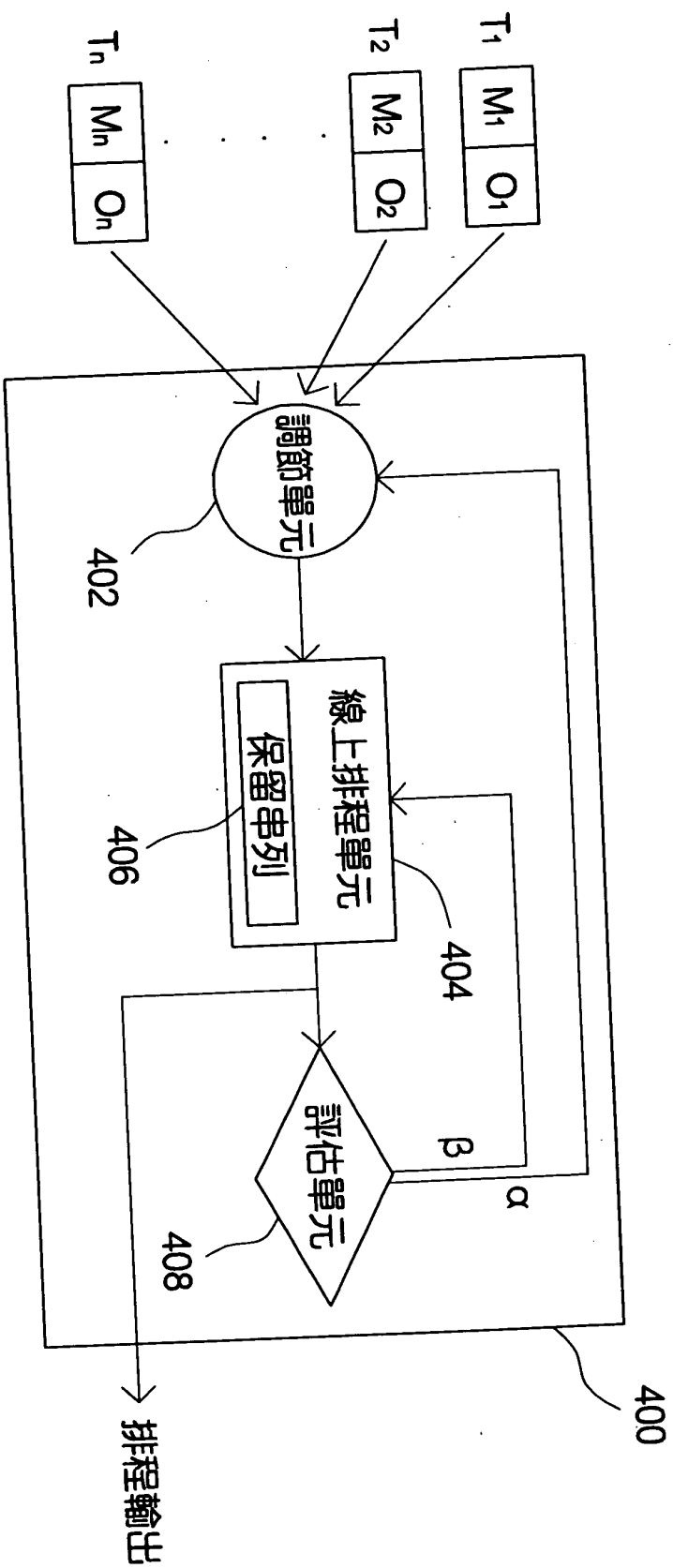


第2A圖

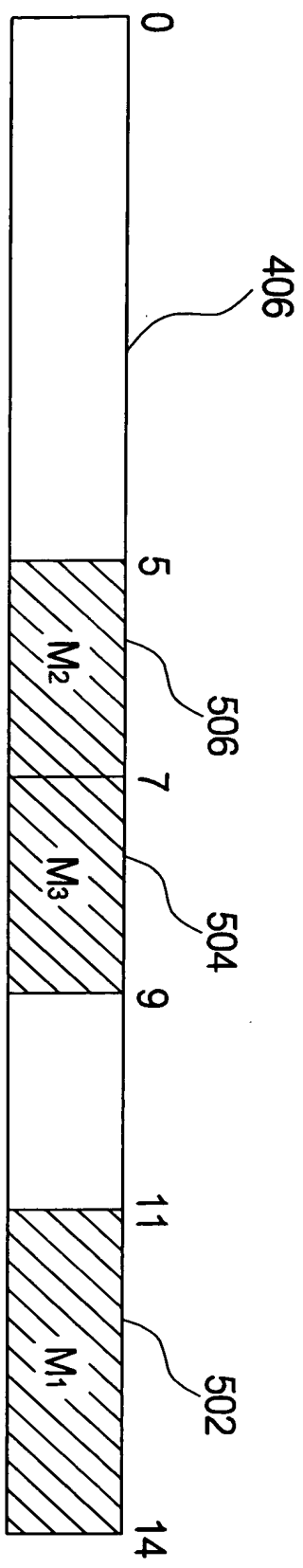
第2B圖



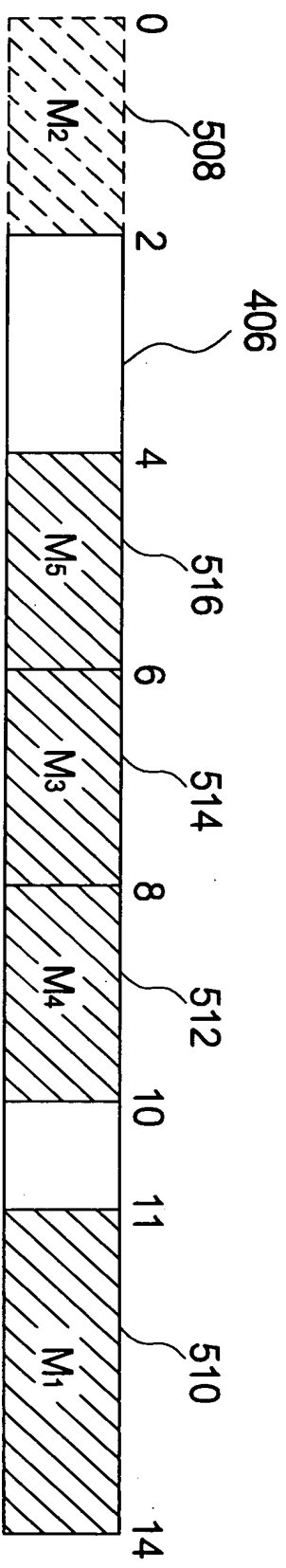
第 3 圖



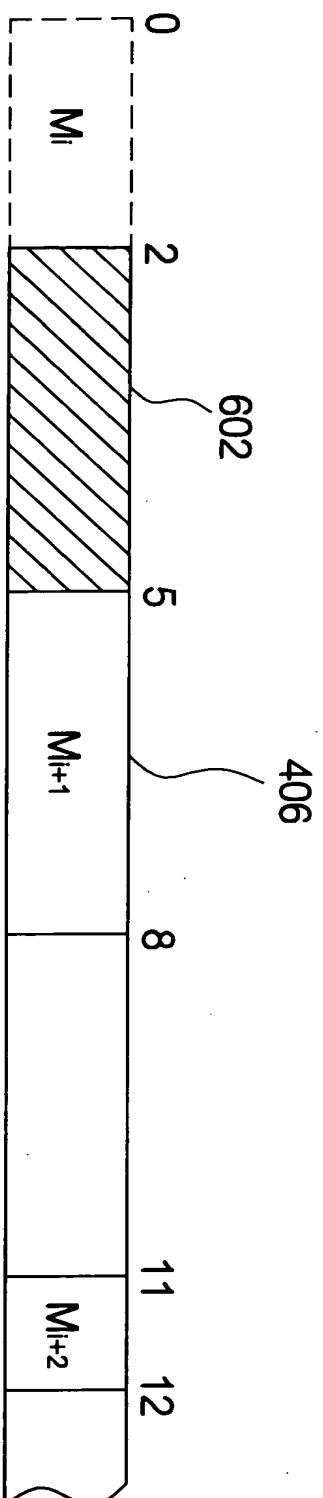
第 4 圖



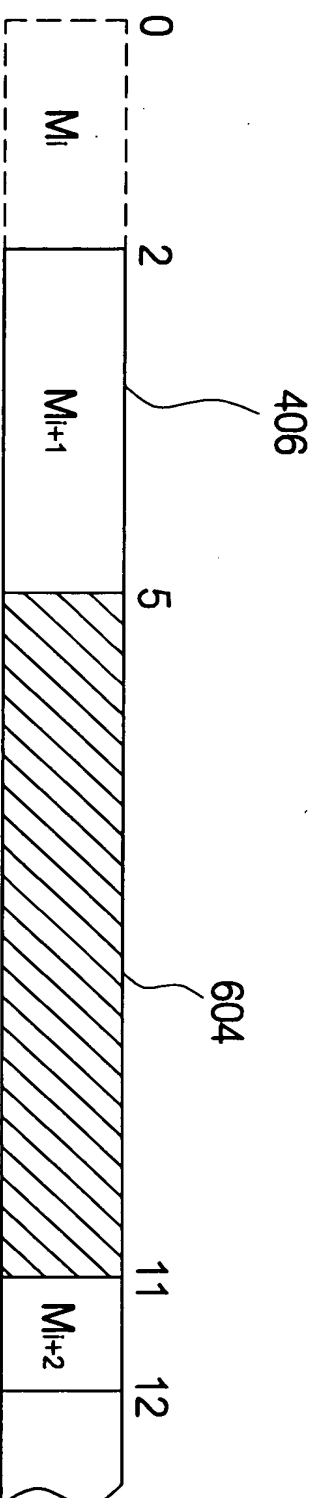
第5A圖



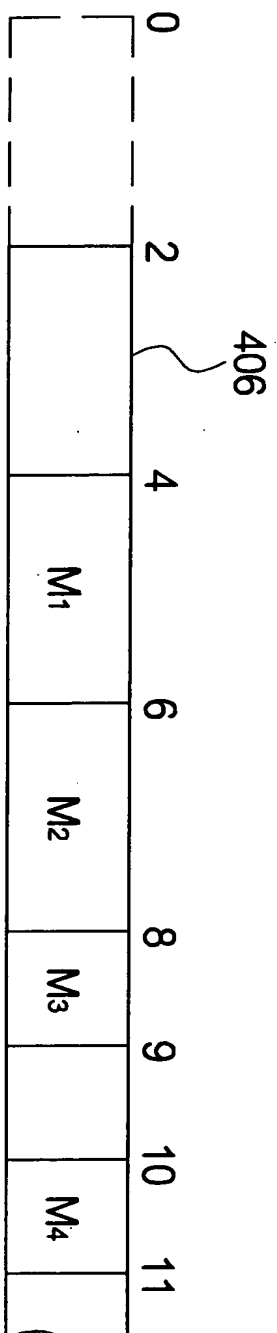
第5B圖



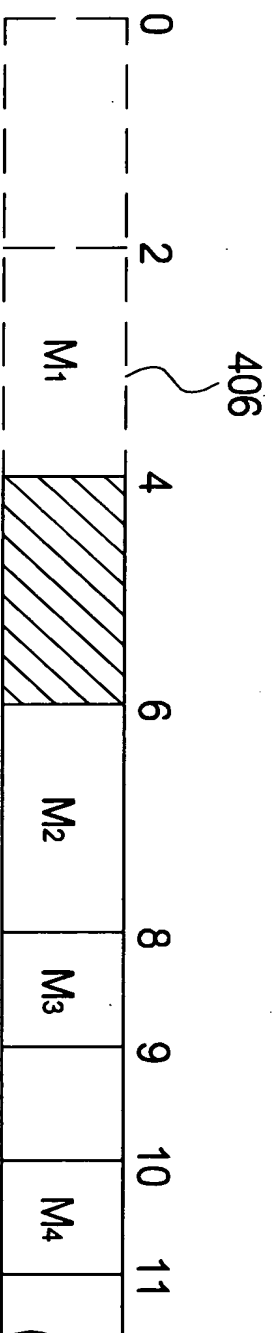
第 6A 圖



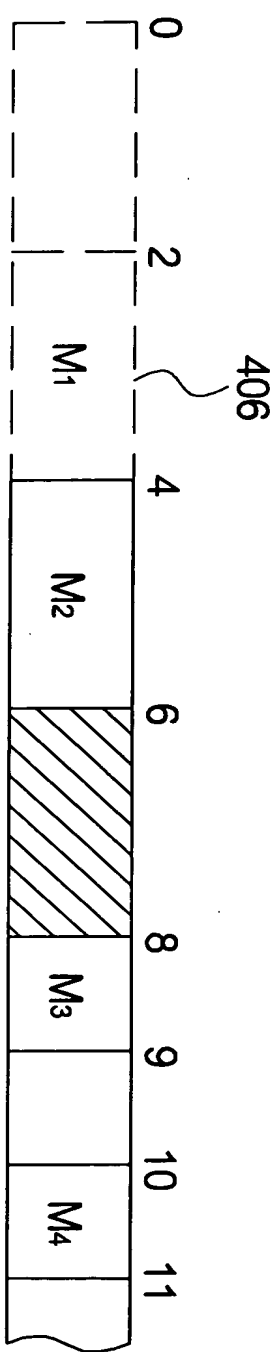
第 6B 圖



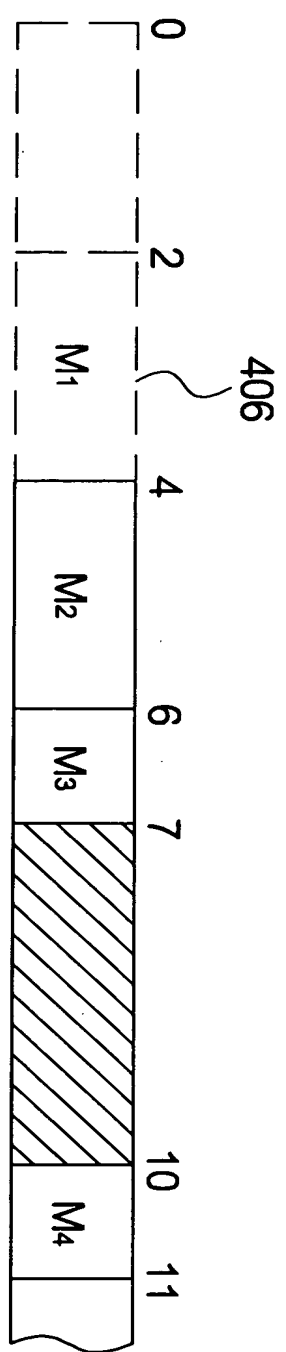
第7A圖



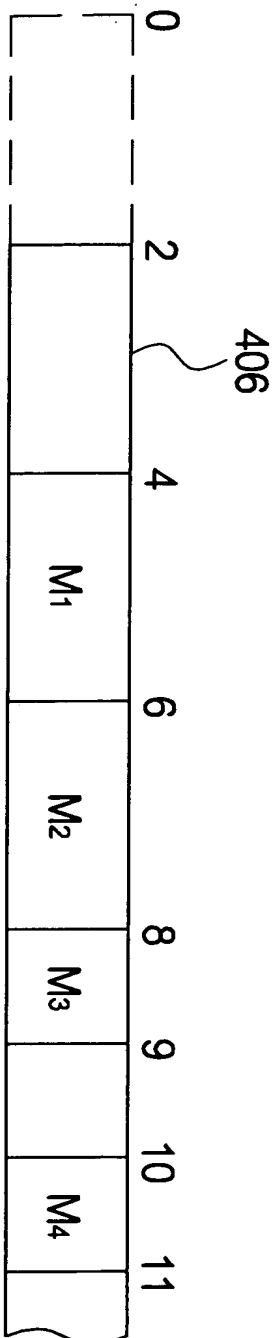
第7B圖



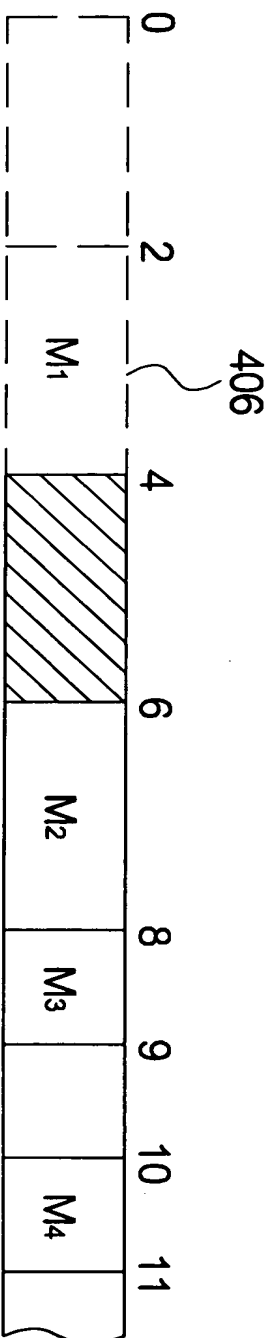
第7C圖



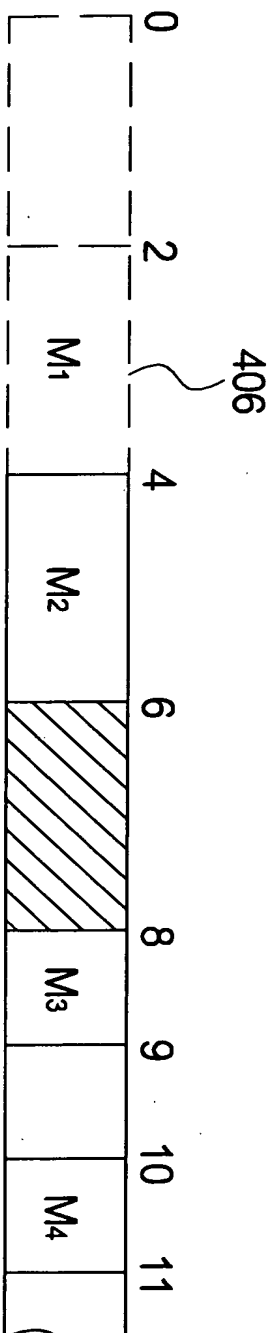
第7D圖



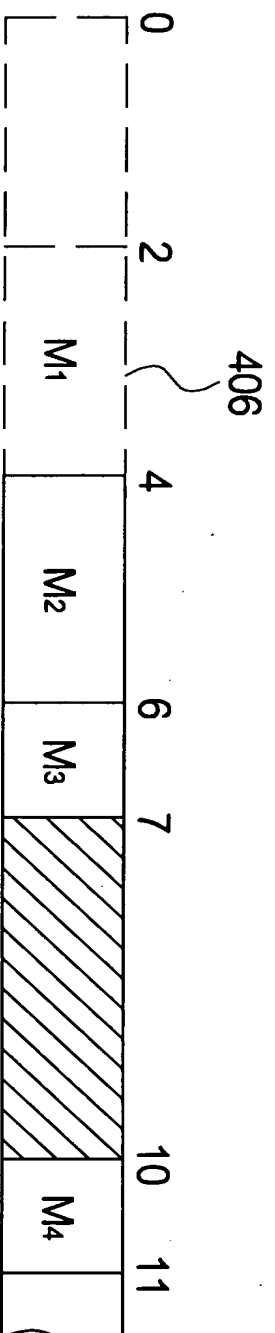
第 8A 圖



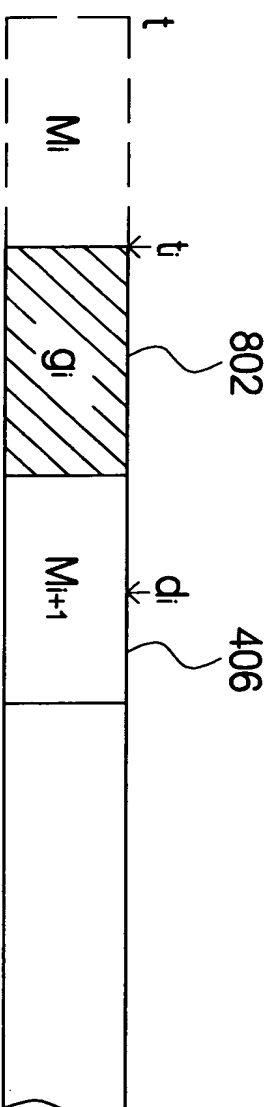
第 8B 圖



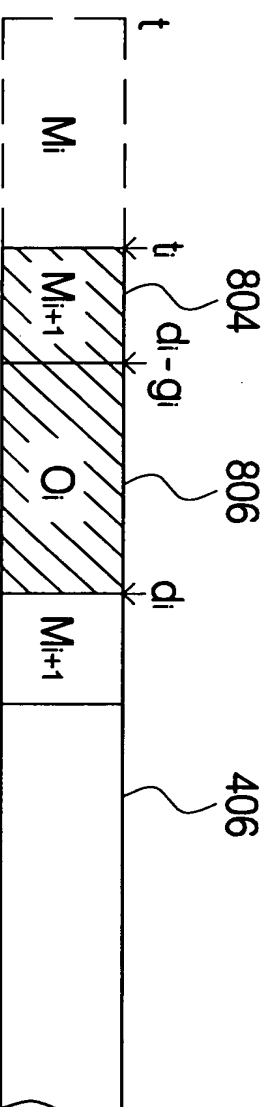
第 8C 圖



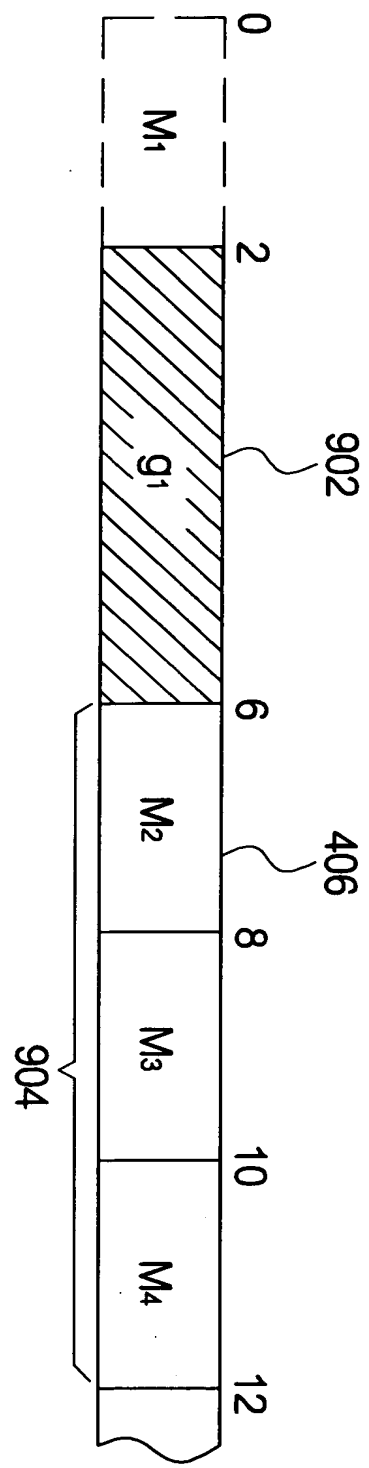
第 8D 圖



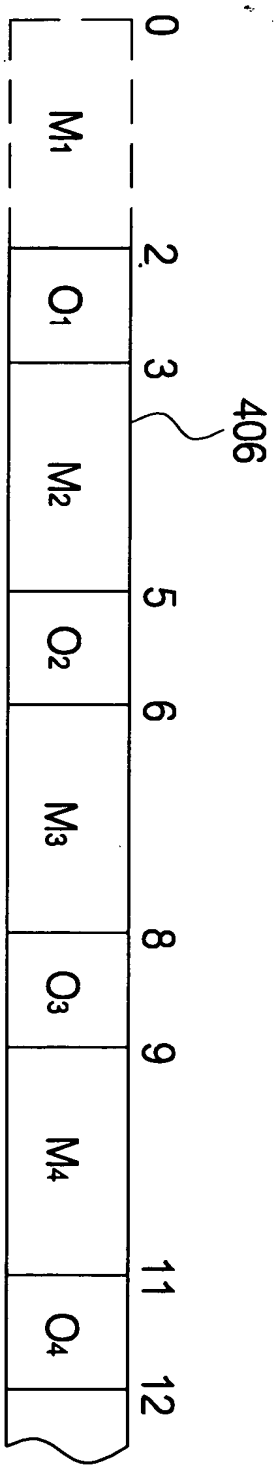
第 9A 圖



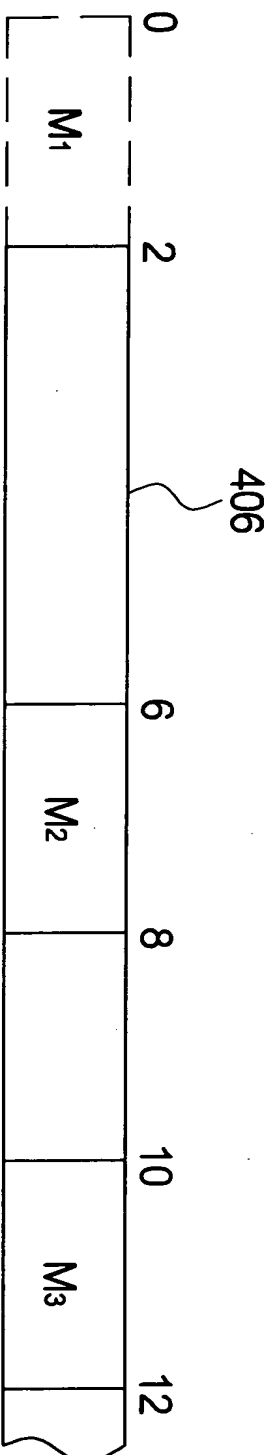
第 9B 圖



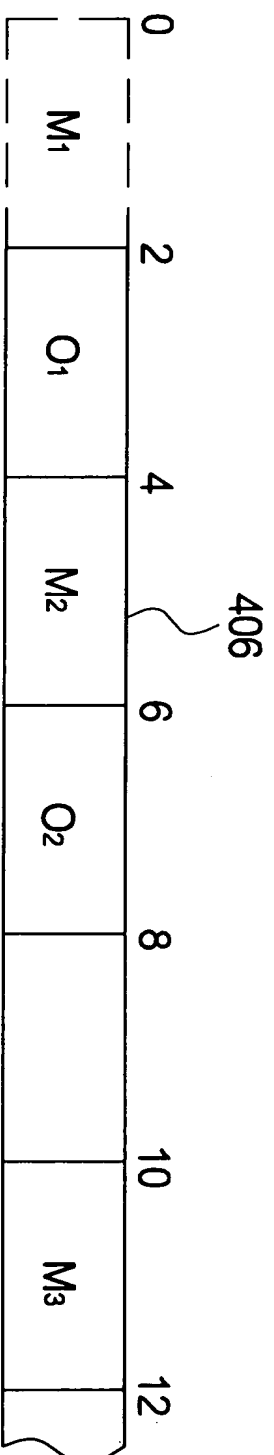
第 10A 圖



第 10B 圖

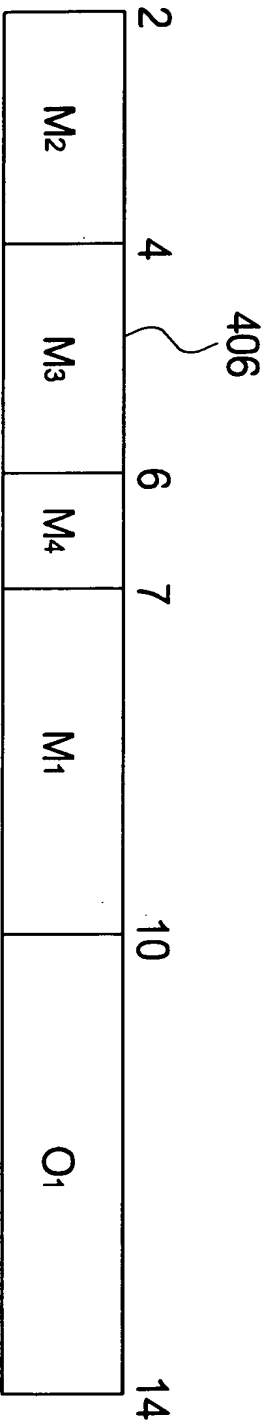


第11A圖



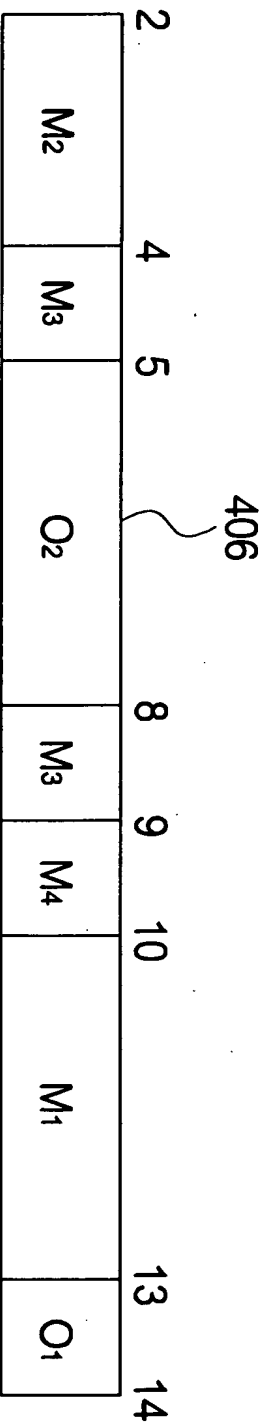
第11B圖

MOS



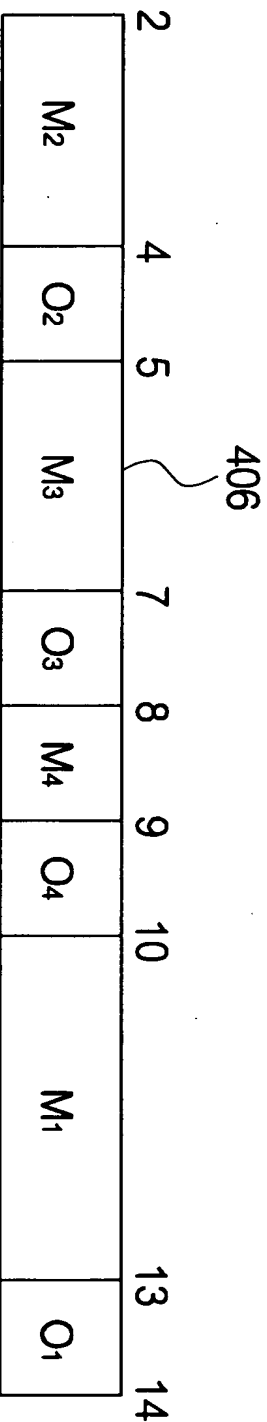
第12A圖

MOP



第12B圖

MOF



第12C圖